

Bauplan 68

Klaus Schlenzig

Einchip-Kleinempfänger mini '88

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Seit 65 Jahren senden Rundfunkstationen regelmäßig Programme in deutscher Sprache. Dieser Teil neuzeitlicher Kommunikation mit ihrer »Sofort«- und »Überall«-Wirkung nimmt heute zwischen Fernsprechen und Fernsehen einen wichtigen Platz ein. Einen kleinen Informationsempfänger, anspruchslos im Betrieb wie in der Wiedergabe, sollte darum jedermann stets in Reichweite haben. Aktuelles, von der Wetterinformation über die genaue Zeit bis zur politischen Weltlage, läßt sich fast jederzeit abfordern – Einschalten genügt. Die moderne Programmgestaltung ebenso wie die hohe Dichte an Rundfunksendern auf allen dafür vorgesehenen Wellenbereichen kommen diesem Anliegen optimal entgegen. Und wer unterwegs oder als Hintergrund zu mancher Tätigkeit musikalische Untermalung braucht, hat eine große Auswahl an Geräten – eben vom einfachen, mehr rhythmus- als klangbetonten Taschenempfänger bis zum transportablen HiFi-Gerät.

Mindestens ebenso alt wie der reguläre Rundfunk ist das Hobby »Radiobasteln«. Einst war es für viele die einzige Möglichkeit, an diesem Medium teilzuhaben. Es gab auch Zeiten, da solche Fähigkeiten zum Überleben beitrugen – im Einzelfall trifft das sicherlich auch heute bisweilen zu. Fast zeitlos jedoch ist die Rolle der eigenen Praxis in Sachen »Informations- und Unterhaltungselektronik« beim Erwerb von Sach- und Fachkenntnissen. Darum und weil das Ergebnis so unmittelbar erkannt und genutzt werden kann, hat ebendieser Teilbereich der Elektronik auch heute noch besonders beim Nachwuchs seine Bedeutung. Deshalb bietet die Bauplanreihe von Zeit zu Zeit diese »Spielwiese mit Lerneffekt« auch fürs Radiobasteln. So beschrieb bereits der 1. Bauplan einen kleinen Rundfunkempfänger für Mittelwelle. Dem technischen Stand gemäß war er mit Germaniumtransistoren bestückt. Schaltungstechnisch handelte es sich um ein Audion. Der NF-Teil enthielt Miniaturtransformatoren für eine Gegentaktstufe. Dieses Empfängerprinzip war über viele Jahre hinweg beliebtes Einsteigerobjekt.

Der Sprung zwischen Bauplan 1 und Bauplan 12 war groß. Ging es doch um das anspruchsvolle Objekt eines UKW-Taschenempfängers – ebenfalls noch mit Germaniumtransistoren. Einem solchen Aufwand, auch bezüglich Abgleich und Schwingproblemen, stellt sich nur ein kleiner Teil der Leser, denn Baupläne sind nun einmal keine »Profi-Literatur«. So folgten später wieder einfacher nachvollziehbare Objekte, die dabei bereits in den Rahmen der jeweils erhältlichen Bauelemente eingebettet waren. Allerdings ist das gerade bezüglich der »bewickelten« Bauelemente ein stets etwas riskantes Unternehmen. Vielfalt und Menge widersprechen sich dabei oft, und Informationen sind nicht immer zu erhalten. Gut beraten ist der, dem Induktivitätsmesser oder Meßsender zur Verfügung stehen. Doch deren Selbstbau hat wiederum für den Anfänger wenig Reiz. Im Grunde ist das ein Kreis, der

sich im Bemühen um Nachvollziehbares noch am schnellsten im Bereich der Mittelwelle durchbrechen läßt. Dort gelingt es – und dabei wiederum am leichtesten beim Einkreisempfänger –, mittelbar die erfoderlichen Daten mit unterschiedlichstem Ausgangsmaterial zu erreichen und zu kontrollieren. Mit Erfahrungen auf dieser Ebene ausgestattet, birgt der nächste Schritt ziemlich sicher die Garantie für ein neues Erfolgserlebnis. Wer beim Selbstbau eines Einkreisempfängers genügend aufmerksam mit den Schwingkreiselementen experimentiert hat, wird also im gleichen Empfangsbereich sicherlich einen Überlagerungsempfänger zustande bringen, auch ohne fertig vorliegende Filter.

Die für dieses Objekt erforderlichen »Eingrenzungen« in der Auslegung der selbstgewikkelten Spulen beispielsweise sind noch mit einfachen Hilfsmitteln bestimmbar. Dazu läßt sich sogar der im folgenden beschriebene Einkreiser selbst verwenden! Der inzwischen im Haushalt erreichte Ausstattungsgrad an Empfängertechnik hat ohnehin 2 einander scheinbar widersprechende Aspekte: Wer heute noch einen einfachen Rundfunkempfänger baut, dem geht es meist um das Eindringen in interessante Zusammenhänge. Weit weniger wird er das Erreichte dann ernsthaft nutzen wollen. Allerdings ist das wiederum auch eine Frage der Perfektion des Endergebnisses: Dort, wo der elektronische Teil geklärt ist, kann der konstruktiv-technologische zum neuen interessanten Betätigungsfeld werden. Wer seiner Schaltung auf dem Tisch die ersten Töne entlockt hat und mit dem Ergebnis im Vergleich zum Aufwand zufrieden ist, wird es auch einmal an einem anderen Ort verwenden wollen. Während also die Experimentalschaltung mit gerade Vorhandenem durchaus ihren (elektronischen) Sinn erfüllen kann, geht es nun ums Komprimieren. Das ist die Phase, wo aus der Experimentierschaltung der Gebrauchsgegenstand abgeleitet wird, im vorliegenden Rahmen also ein handliches »Taschenradio« für Mittelwelle. Es ist auch die Phase, wo man die Schaufenster einschlägiger Läden nach Teilen durchsucht, die für die gleiche Funktion ein kleineres Volumen bieten. Erst nach dieser Zeit des Suchens und Sammelns sollte man weiterarbeiten.

Für ein handliches »Taschenradio« ist es darum etwas problematisch, alles starr konstruktiv vorzugeben wie etwa bei Bauplan 1 – die Bauelementelage damals war gut zu übersehen, weil es nicht allzu viel Auswahl gab. Wenige Jahre davor war gerade das legendäre »Sternchen« entstanden. An seinen Volumenansprüchen orientierten sich die einschlägigen Bauelementehersteller. Die heutige Vielfalt zwingt jeden zu einer gewissen Selektion für sein maßgeschneidertes Produkt.

Beim Bau sind einige Regeln einzuhalten, sonst funktioniert das sauber, aber eng aufgebaute Endprodukt nicht, obwohl man sich genau an die Schaltung des Experimentierergebnisses gehalten hat. Besonders Einkreisempfänger haben da ihre Tücken. Man tauscht gewissermaßen einfache Schaltungstechnik und kleinen Aufwand gegen Erfahrung, die man nur durch Praxis erwirbt. Mag das auch, unmittelbar auf das Objekt bezogen, etwas sein, was in dieser Form später nicht mehr gebraucht wird – die Effekte, mit denen man sich auseinandergesetzt hat, sind allgemeiner Natur und begegnen dem Fortgeschrittenen immer wieder neu. Darin liegt schließlich der tiefere Sinn dieser Einstiegsmöglichkeit in die Welt der Elektronik und speziell des Umgangs mit höheren Frequenzen. Der Einstieg dorthin aber ist heute nur noch sinnvoll auf der Ebene integrierter Schaltkreise.

Das Thema Mittelwellenempfänger wurde zuletzt in Bauplan 54 behandelt, der in einer erweiterten Form nochmals als Bauplan 61 erschien. Für Baupläne kommt das nicht oft vor. Bei seinem Erscheinen hatte sich in der Greifbarkeit entsprechender Analogschaltkreise inzwischen auch einiges getan. Statt eine Kombination aus 2 Typen einsetzen zu müssen, genügt nun – zumindest im unteren Ausgangsleistungsbereich – 1 Schaltkreis. Alles, was mit dem damals verwendeten *A 244 D* getan wurde, erlaubt auch der neuere *A 283 D*. Ihn gibt es seit einiger Zeit außerdem als ziemlich preisgünstigen Amateurtyp *(R 283 D)*. Wer dennoch mehr NF-Leistung braucht, kann immer noch eine größere Endstufe bauen. Auch die Wirk-

richtung jener beiden Baupläne war eine andere – es ging um ein stationäres Objekt mit großem Lautsprecher und einigen »Extras« bezüglich Zeitschaltern.

Im folgenden wird darum aus dieser Standortbestimmung heraus ein neuer Start in die HF-Technik angeboten. Mit dem *A* bzw. *R283D* als »Hauptperson« und wenigen zusätzlichen Teilen erreicht man Ergebnisse, die den geringen Zeitaufwand bis zum 1. Erfolg überzeugend lohnen. Mit dem gleichen Schaltkreis kann anschließend konsequent in Richtung Überlagerungsempfänger weitergearbeitet werden, und der Weg bis zur Ultrakurzwelle steht im Prinzip offen. Die folgenden Anregungen beziehen sich zwar vorrangig auf die 1. Stufe, doch ist bereits das reizvoll genug und bringt manche Erfahrung im eingangs genannten Sinn. Außerdem wird mit der beschriebenen Experimentierschaltung gleich noch etwas praktische »Oberflächentechnik« betrieben. Den Grund dafür liefern Schaltkreis und Frequenzbereich.

Schließlich aber geht es beim Ziel »Gebrauchsgegenstand« um ein handliches kleines batteriegespeistes Gerät, das dem eingangs angesprochenen Anliegen der überall gegebenen Präsenz entspricht.

Dieser Bauplan hat seinen Startpunkt im Manuskript für das 1989 erscheinende »Bauplan-Bastel-Buch 3«. Die dort im Abschnitt »Bauplan-Empfänger« enthaltenen Anregungen wurden konsequent weiterverfolgt, so daß nun der angestrebte Gebrauchsgegenstand gebaut werden kann.

2. Experiment in Amateur-SMT

Alles spricht heute von SMD-Technik, einer wenig amateur-, dafür um so mehr automatengerechten neuen Technologie bei der Gestaltung von Bauelementen und Leiterplatten. Diese Oberflächenmontage mit Automat spart Kosten und Fläche und bringt auch funktionelle Vorteile. Um diese geht es bei dem vorliegenden 1. »groben« Versuch einer Bauplannutzung unter den Bedingungen noch recht konventioneller Komponenten (also keineswegs SMDs; SM = surface mounted, D = devices, T = technology).

Je höher die Frequenzen in einer Verstärkerschaltung sind, um so kleinere Kapazitäten – schon in Form paralleler Leiterbahnen – reichen zur Selbsterregung aus. Auch das Erreichen berechneter Eigenschaften wird durch »parasitäre« Kapazitäten oft in Frage gestellt. Hohe Verstärkungen bewirken, daß schon geringe Teile der Ausgangsspannung am Eingang zu unerwünschten Schwingungen führen. Wo möglich, verwendet der Entwickler daher niederohmige Schaltungen. Sonst helfen Schirmen (Masseflächen leiten kapazitive Einstreuungen zur Schaltungsmasse ab) und Verkleinern der die Kapazitäten bildenden Flächen – wie bei SMT, und das ist bei den kleiner werdenden Abständen auch erforderlich. Denn hohe Kapazität ergibt sich aus großer Fläche wie aus kleinem Abstand.

Doch zurück zum Objekt. Der Schaltkreis *A 283 D* für »Einchip-Radios« bietet den Einstieg in die HF-Technik auf höherer Ebene. Dafür bleibt allerdings Detailwissen über innere Schaltungsstrukturen vorerst auf der Strecke. Der Hersteller liefert nur noch eine Übersichtsschaltung (Bild 1), die Anschlußbelegung (Bild 2) und eine Reihe von Daten. Außerdem liegt die Außenbeschaltung für den Haupteinsatzzweck ziemlich fest. Nun ist der *A 283 D* allerdings ein »internationaler Typ«. Das heißt, andere Hersteller fertigen in Struktur und Funktion ziemlich ähnliche Schaltkreise.

2.1. Ein Objekt zum Ausprobieren

Was dabei herauskommt, wenn man sich mit einem Teil der vom *A 283 D* gebotenen Funktionen begnügt, beschreiben die folgenden Zeilen. Sie sind das Ergebnis einiger langer Abende. Den Kern der erfreulich wenig aufwendigen Schaltung zeigt Bild 3.

Es handelt sich im Grunde um den bekannten Einkreiser mit anderen Mitteln. 3 Schaltkreisanschlüsse bleiben (vorerst) leer. Geringe Beschaltung erfordert auch der Niederfrequenzteil, an den man gleich einen Lautsprecher anschließen kann! Den Lautstärkesteller sollte man nicht vergessen – er wird bei der hohen Verstärkung gebraucht! Das andere Potentiometer bewirkt einen Schaltungstrick, den man aber vorsichtig anwenden muß. Der mit diesem Widerstand nur einseitig und »spulenlos« beschaltete Gleichrichter (Demodulator) des *A 283 D* ist die Stelle, wo auch die verstärkte Hochfrequenzspannung des empfangenen Mittelwellensenders auftritt. Er wird über ganz wenige Koppelwindungen vom Ferritstab eingekoppelt. Auf ihm befindet sich eine Wicklung mit etwa 80 Windungen Draht, je nach Kapazität des vorhandenen Drehkondensators. Dieser Draht muß keine HF-Litze sein, 0,3-mm-Kupfer-Lackdraht genügt. Die Wicklung wird auf einem verschiebbaren Papphröhrchen festgeklebt. Das erleichtert das Anpassen des Abstimmbereichs an den Drehkondensator. Meist wird man einen Typ mit 2 »Paketen« erhalten, eben für den Haupteinsatz »Super«. Doch zunächst zurück zu dem soeben erwähnten Schaltungstrick. Unser Gerät soll durch dosiertes Rückführen von Energie den Eingangskreis entdämpfen. Das bringt Trennschärfe und weiter entfernte Sender, besonders nachts. Doch die hohe Verstärkung ist schwer zu beherrschen. Wenn es beim Durchstimmen nur zwitschert, auch bei Schleiferstellung des Potentiometers ganz an Plus, dann triumphieren die unerwünschten Schaltungskapazitäten.

Das Testmuster befand sich auf einer 2seitigen Streifenleiterplatte. Erst nach Verbinden der Streifen auf der Unterseite mit Schaltungsmasse (Anschluß 3) und Auftrennen aller zu langen benutzten Streifen verhielt sich die Schaltung normal. Gegebenenfalls sind weitere Maßnahmen erforderlich, die noch genannt werden.

Sobald beim Durchstimmen des Drehkondensators keine Pfeiferscheinungen mehr auftreten, kann die dosierte Rückkopplung eingesetzt werden. Vorher muß das an 15 angeschlossene Potentiometer mit seinem Schleifer ganz auf die Plusseite, also weg von 15, gedreht sein! Bewegt man den Schleifer nun langsam in Richtung Anschluß 15, so greift man damit HF-Spannung vom Demodulator ab. Sie gelangt über den Widerstand von 15 bis 47 kΩ (je kleiner, um so mehr Rückkoppelspannung) und den Trennkondensator auf Anschluß 2. Für ihn hat das System eine solche Phasenlage, daß die zugeführte Spannung zur Entdämpfung des an 2 über die Koppelwindungen angeschlossenen Schwingkreises führt. Neben der Größe des Widerstands, die jedoch nur in einem gewissen Bereich wirkt, hat man mit der Anzahl der Koppelwindungen eine 2. Einflußmöglichkeit auf die Schwingbedingungen: Je weniger Windungen (im Extremfall nur 1!), um so stabiler das System. Um so weniger Energie gelangt dabei allerdings vom Schwingkreis in den Verstärker. Gleichzeitig verbessert sich jedoch die Trennschärfe. Es kommt auf den Gesamtaufbau und auf die Daten des Schwingkreises und auch des Schaltkreisexemplars an, ob nun über den ganzen Abstimmbereich hinweg Empfang ohne Selbsterregung möglich ist.

Das Versuchsmuster ist mit einer Schaltkreisfassung bestückt. Dadurch bleiben die unerwünschten Kapazitäten größer. Nach Austausch der zunächst verwendeten Maniferstabwicklung mit inzwischen schon ziemlich ramponierter HF-Litze gegen eine Wicklung mit geringeren HF-Verlusten konnte im oberen Frequenzbereich nicht mehr unter den Schwingeinsatz gestellt werden. Den Ausweg brachte ein zwischen Anschluß 2 und Masse gelegter Kondensator. Er wirkt zusammen mit den unsichtbar dem Koppelwiderstand parallelliegenden Kapazitäten als hochfrequenter Spannungsteiler. Sein Wert darf jedoch nur so hoch gewählt werden,

daß am unteren Frequenzbereichsende Entdämpfen bis zum Pfeifeinsatz noch gewährleistet ist. Praktische Werte liegen bei etwa 100 bis 220 pF – zumindest wurde das am Muster festgestellt.

Eine weitere Möglichkeit, diese Effekte »in den Griff« zu bekommen, besteht in einem Parallelwiderstand von einigen Kiloohm zum Rückkoppelpotentiometer. Sein Grundwert wurde bewußt auf 22 kΩ gelegt. Das war ein empirisch ermittelter Optimalwert für den Abschlußwiderstand am Demodulatoranschluß. Wesentlich höhere Werte erwiesen sich als ungünstig, weil dann der Wirkungsgrad stark zurückging und auch die rückkoppelbare Spannung sank. Besser definierte Bedingungen sind bei kleineren Werten zu verzeichnen. Damit ist – allerdings ebenfalls mit verringerter NF-Spannung verbunden – auf jeden Fall eine nicht auf die beschriebenen anderen Arten abstellbare ständige Selbsterregung zu unterdrücken. Abschnitt 2.3. gibt weitere Informationen.

Normalerweise (Hauptanwendung) liegt an den beiden Demodulatoranschlüssen ein Schwingkreis, mit dem eine Demodulation im Schaltkreis erreicht wird. Da bei dieser Anwendung nur die feste Zwischenfrequenz anliegt (455 kHz bei Mittelwelle), ergibt sich auch ein ausgezeichneter Wirkungsgrad. Man könnte nun auch bei der vorliegenden Einkreisschaltung die Belange von Gleichspannungsbedingungen und Hochfrequenzamplitude besser koordinieren, nämlich mit einer Drossel zwischen Anschluß 15 und Plus. Für einen schnellen Test erwies sich die von einem Antennenstab abgezogene Langwellenwicklung mit einem kurzen Kernstück dafür als gut geeignet. Über den gesamten Mittelwellenbereich hinweg konnten unter Berücksichtigung der gegebenen Hinweise die Bedingungen für einwandfreien Empfang sichergestellt werden. (Am Demodulator ergab sich eine recht hohe Spannung.) Das stellt allerdings höhere Anforderungen an die Erfahrung bezüglich solcher Schaltungen. Bereits eine ungünstige Lage der magnetischen Achsen von Eingangs- und Demodulatorspule ergibt permanentes Schwingen. Ein Schalenkern würde zwar günstigere Bedingungen bieten, doch erscheint der Aufwand im Verhältnis zur erzielbaren Verbesserung ohne Komplikationen nicht gerechtfertigt.

Gedanklich kann man noch eine Stufe weiter in dieser Richtung gehen. In der Frühzeit des Rundfunks wurden gern sogenannte Zweikreisempfänger benutzt. Durch Abstimmen der bereits verstärkten abgestimmten Eingangsspannung in einem weiteren Kreis ließ sich die Trennschärfe erheblich verbessern. Doch zum einem mußten dazu beide Kreise über den gesamten Empfangsbereich hinweg im Gleichlauf abgestimmt werden, und zum anderen griff die auf diese Weise hochverstärkte Ausgangsspannung leicht auf den Eingang zurück. Das führte dann wieder zu schlecht zu beherrschenden Schwingproblemen. Die Selbsterregung wurde auch durch innere Rückführung in den Verstärkerelementen gefördert.

Irgendwo beginnt dieser Bereich bei Aufgaben der Verstärkung hoher Frequenzen immer wieder, trotz aller Fortschritte in der Technik aktiver Verstärkerelemente. Sogenannte Neutralisationsmaßnahmen (gegenläufiges Rückführen der gleichen Amplitude wie die der störenden Rückkopplung) vermögen nur immer in einem engen Frequenzbereich zu helfen. Man findet solche Maßnahmen sowohl in den ersten Transistor-AM-Supern wie noch weit häufiger in UKW-ZF-Verstärkern. Jedenfalls war die Umsetzung der Eingangsfrequenz mit Hilfe einer Überlagerung mit einer mitgeführten Oszillatorfrequenz auf Dauer das bessere Mittel, hohe Frequenzen stabil zu verarbeiten. Die entstehende Zwischenfrequenz ist eben eine konstante Größe, die sich im geschilderten Sinne weit günstiger verhält. Man sollte also gar nicht erst an eine Zweikreiser-Neugeburt mit Hilfe des *A 283 D* denken. Dann ist es schon besser, in einem fortgeschrittenen Stadium der Amateurpraxis nach Herstellervorgaben einen solchen Super »nachzuempfinden«.

Darum also wieder zurück zum integrierten Einkreiser! Bevor der Hinweis vergessen wird: Ein über den Rückkopplungspunkt hinaus angezogener Einkreiser ist ein Sender und damit im Grunde genehmigungspflichtig. Das wird in dem Augenblick zum echten Problem,

wenn man eine Antenne an den Eigenbau anschließt. Zum Glück sind moderne Antennenstäbe aus Manifer in der Lage, genügend Energie an die Schaltung zu liefern, wenn sie eine entsprechend dimensionierte Wicklung tragen. Die über einen solchen Stab in die Umgebung abgestrahlte Energie aber ist erfreulich gering. Man kann es testen – mit dem sicherlich vorhandenen Mittelwellen-Kofferradio. Dieses Gerät sollte ohnehin bei den Experimenten zugegen sein. Im gleichen Raum wird es, abgestimmt genau auf die gerade im Einkreiser eingestellte Frequenz, den Störenfried mit Sicherheit melden. Doch schon gegen einen auf zufällig ebendieser Frequenz arbeitenden Mittelwellensender wird es das Rückkopplungssignal schwer haben. Dennoch gilt als eiserner Grundsatz bei den Experimenten: Rückkopplung stets dicht unter, niemals länger als beim kurzzeitigen Optimieren der Abstimmung über dem kritischen Punkt halten, nie unbeaufsichtigt laufen lassen. Und auf keinen Fall eine Antenne anschließen oder gar Morseübungen veranstalten! Die GST bietet genügend qualifizierte Möglichkeiten derartiger Betätigung auf dafür zugelassenen Bereichen (nach entsprechender Ausbildung und Prüfung!). Da jedoch mancher Einsteiger eben gerade über den Einkreiser seine Liebe zur Hochfrequenztechnik entdeckt und damit auch zum Nachrichtensport gefunden hat, sollte der Zimmernachbar ein gelegentliches kurzes Zwitschern auch einmal akzeptieren. Schon einen Meter weiter oder bei Drehen des Empfängers wird es verschwunden sein.

Für die Abgleichphase ist die nahe Kopplung eines Mittelwellenempfängers mit dem Einkreiser dagegen eine ideale Hilfe zur Bestimmung des Empfangsbereichs. Und da kann sich ein amtlich zugelassener Mittelwellensuper sogar an dem Winzling rächen – nämlich mit seiner Oszillatorfrequenz! Zeigt die Skale des auf Mittelwelle eingestellten Gerätes z. B. auf 1 MHz, so schwingt sein Oszillator auf 1 MHz + ZF = 1 MHz + 455 kHz (im allgemeinen). Im Einkreiser empfängt man daher bei 1,455 MHz die Oszillatorfrequenz des anderen Empfängers. Liegt da gerade ein Sender, dann pfeift es wie bei angezogener Rückkopplung. Anderenfalls hört man im Einkreiser einen solchen Pfeifton erst, wenn man ihn kurzzeitig über seinen Rückkopplungspunkt einstellt.

Der Oszillator eignet sich für Skalenbestimmung erst oberhalb von etwa 1 MHz. Das erkennt man leicht mit Hilfe der soeben angegebenen Rechnung und einem Blick auf die Skale. Unterhalb davon geht es aber umgekehrt in der für kurze Tests akzeptierbaren Art. Schließlich bleibt noch die rein passive Methode, die sich auf die örtlich überhaupt nur empfangbaren Mittelwellensender bezieht. Darüber gibt ebenfalls das häusliche Rundfunkgerät Auskunft.

Erreicht man nun bei ganz eingedrehtem Kondensator den untersten Sender nicht, obwohl das Gerät arbeitet (und man hat im übrigen schon »etwas gehört«), so müssen einige Windungen zu der angegebenen Anzahl zugewickelt werden. Anderenfalls zieht man den Stab vorsichtig so weit aus der Wicklung, bis diese Bedingung erreicht ist. Dann wird entsprechend abgewickelt und der Rest zurückgeschoben. Statt Zuwickeln kann man auch zunächst versuchen, ob Parallelschalten der vorerst nicht mitbenutzten Oszillatorseite des meist ja bereits für Mischstufen ausgelegten Drehkondensators hilft. Da dann aber auch die Anfangskapazität größer wird, geht das nur, wenn man dennoch den letzten am oberen Ende gewünschten Sender empfängt. Sonst nur die meist mit A gekennzeichnete Seite und den Masseanschluß des Drehkondensators benutzen und entsprechend zusätzlich Windungen aufbringen. Übrigens: Die Koppelwicklung gehört auf die Masseseite der Spule der Hauptwicklung! Alle Angaben beziehen sich auf den für das Gerät gut geeigneten Maniferstab mit den Richtmaßen Durchmesser 8 mm und Länge 100 mm. Weiterhin wurde ein Miniatur-Foliedrehkondensator verwendet. Allerdings waren bei ihm A- und O-Seite gemeinsam zu verwenden, damit die 80 Windungen ausreichten.

Daß man bei Umgestaltung der Stabwicklung auch auf Kurzwelle empfangen kann, zumindest in den höherfrequenten Bändern, sei für Experimentierfreudige schon jetzt angesprochen. Dazu wickelt man wenigstens die Hälfte der Kreiswicklung ab und verringert auch die Abstimm-Endkapazität, z. B. durch Serienschaltung.

2.2. Leiterplatte für den Versuchsbau

Bild 4 dokumentiert den Einsatz einer ungelochten Streifenleiterplatte mit 2seitiger Kupferkaschierung aus dem Handelsangebot bei Manuskripterarbeitung. Die Streifen für die bezüglich unkontrollierter Kopplungen kritischen Anschlüsse wurden durch Auftrennen mit dem Messer »elektrisch gekürzt«. Den Rest legt man am besten an Masse, ebenso alle im Bild nicht sichtbaren Streifenleiter der Plattenunterseite.

In der gezeigten Form sieht der Aufbau noch ziemlich provisorisch aus. Die Potentiometer und der Drehkondensator wurden mit ihren Anschlüssen direkt auf die Folieleiter gelötet. Auch die Schaltkreisfassung »steht« auf ihren Lötstellen. Den Antennenstab sollte man in der auf dem Bild erkennbaren Entfernung auf der Platte befestigen. Das Muster wurde durch ein U-förmiges PVC-Stück gehalten. Die Wicklung bestand ursprünglich aus 3 Teilen. Der 2. Teil befand sich mit dem 1. in Serie, was die Kreisspule im für den kleinen Drehkondensatortyp erwünschten Sinne vergrößerte. Die Koppelwicklung wurde für das Muster bis auf 4 Windungen abgewickelt. (Bewickelte Stäbe dieser Art gehörten in früheren Jahren zum Bastelbeutel »EBS 2–1«, einem Audionbausatz mit Transistor.)

Für den Nachbau der Experimentierschaltung gibt Bild 5 einige aus dem Muster abgeleitete Empfehlungen. Man verwendet auf jeden Fall eine 2seitig kupferkaschierte Platte und legt die Unterseite an Schaltungsmasse. Die Oberseite wird gemäß Bild 5 mit einem scharfen Messer so geritzt, daß das abgebildete Trennlinienmuster zustande kommt. Auch die nicht zu einzelnen Anschlüssen gehörenden Kupferflächen werden mit Schaltungsmasse verbunden.

Bestückt wird gemäß Bild 6. In diesem Bild ist auch zu erkennen, wie man die Schaltkreisanschlüsse vorbereitet. Die Anschlüsse muß man vorsichtig abbiegen, damit die Austrittsstellen aus dem Gehäuse nicht belastet werden.

Für die Bedienelemente werden die beiden Trägerstreifen nach Bild 7 ebenfalls aus kupferkaschiertem Material angefertigt. Sie erhalten Bohrungen entsprechend den vorhandenen Potentiometern und werden in Kantenlötung mit der Leiterplatte verbunden. Eventuell fügt man stabilisierende Winkel ein oder schließt das Ganze zu einem umlaufenden Rahmen, also mit 2 weiteren Halbzeugstücken. Das empfiehlt sich auch für die Stromversorgung, auf die noch eingegangen wird.

Insgesamt wurde auf der Platte bewußt Fläche in Reserve gehalten. Dadurch bleibt für weiterführende Experimente (z. B. mit Drossel an 15 und ggf. auch an 14, Kurzwellenversuche usw.) genügend Spielraum. Auch das Einfügen oder Wechseln eines Bauelements kann bei zu enger Gestaltung schon problematisch werden.

Für die Stromversorgung des Experimentieraufbaus wurde ausnahmsweise eine für Neuentwicklungen seit langem nicht mehr zugelassene Flachbatterie verwendet. Die Unterseite des Aufbaus bietet dafür Platz, wenn die Seitenteile genügend breit gehalten werden. Für diesen Fall ergibt sich eine Anordnung, wie sie in Bild 8 dargestellt ist. Die genannte Spannungsquelle hat den Vorzug der Selbstkontaktierung über ihre federnden Anschlüsse, so daß man im Halter gleich die Gegenkontakte als Leiterflächen vorsehen kann. Für das endgültige Gerät sind R 6-Zellen die sinnvollste Lösung, sowohl vom Volumen her wie von der flexiblen Anordnung. Das im folgenden vorgestellte erweiterte Modell wurde gleich mit diesen Zellen erprobt. Als Halter (mit Schalter!) erwies sich eine Taschenleuchte für 2 × R 6 als ideal. Es genügt, die Glühlampe zu lösen. Ein Schalter ist in jedem Falle auch für den Versuchsaufbau zu empfehlen. Für die Flachbatterie genügen aber auch schon 2 an die Versorgungsleitungen angelötete Büroklammern (vorher mit dem Messer blankschaben und die Lötstellen gut verzinnen!).

Weniger als 9 mA Ruhestrom im Muster, 10 bis 12 mA für schon gut hörbare Hintergrundmusik und 25 bis 30 mA bei ziemlich weitgehender Aussteuerung sind Ströme, die der Batterie ein relativ langes Leben sichern, wenn man das Ausschalten nicht vergißt. Daß der

A 283 D noch (vom Hersteller garantiert) bei 3 V Batteriespannung arbeitet, ist ein weiteres gerade für »portable« Geräte wichtiges Argument, das für diesen Schaltkreis spricht.

2.3. Mehr Lautstärke oder der kleine Umweg

Für einigermaßen verläßliche Aussagen zur Dimensionierung von Schaltungen besonders der Analogtechnik sollte man sich – wenn möglich – einigen »Serientests« unterziehen. Im Falle der Amateurvariante des *A 283 D*, dem *R 283 D*, war das weder eine Frage der Beschaffbarkeit noch des Preises. Für nur 1,90 M wurde er bei Erarbeitung dieses Manuskripts angeboten. Insgesamt 11 Exemplare aus unterschiedlichen Serien konnten so über die im Versuchsaufbau enthaltene Schaltkreisfassung getestet werden.

Es zeigte sich, daß die einzelnen Exemplare doch recht unterschiedliche Bauelementewerte für optimale Funktion erfordern. Sowohl HF- wie NF-seitig wurde daher entsprechend variiert. Allerdings ergaben sich keine dramatischen Unterschiede. HF-seitig war hauptsächlich durch den Wert des Parallelwiderstands zum Rückkoppelpotentiometer und dem des Rückkoppelwiderstands selbst eine gute Anpassung an die Exemplareigenschaften möglich. Da außerdem gerade nur 100-kΩ-Potentiometer in Miniaturausführung erhältlich waren, bestand für den Parallelwiderstand ein großer Variationsbereich. 10 bis 15 kΩ erwiesen sich schließlich als guter Kompromiß für praktisch alle Exemplare, sowohl für Parallel- wie für Rückkopplungswiderstand. Nur in einem Falle waren 6.8 kΩ Parallelwiderstand nötig, um die Rückkopplungsbedingungen zu optimieren.

Bild 9 zeigt den erweiterten Stromlaufplan. Diese Erweiterung schien günstig, wenn neben stärkeren Ortssendern auch weiter entfernt liegende Stationen noch genügend laut empfangen werden sollen. Die Maßnahme bringt allerdings einen stärkeren Rauschanteil, denn dieser Verstärkerteil ist ja eigentlich nicht für NF-Zwecke vorgesehen. Außerdem macht diese Zusatzverstärkung wohl auch die Grenzen des Prinzips deutlich, denn die nun lauter hörbaren Stationen dürften schon im Demodulator nicht viel oberhalb der Rauschgrenze dieser Schaltung liegen.

Testet man den Schaltkreis daraufhin genauer, zeigt sich, daß der AM-Mischer als NF-Zusatzstufe verwendbar ist. Bild 10 skizziert das Prinzip, das sich aus Bild 9 ja nicht ohne weiteres erkennen läßt. Der im Mischer enthaltene Verstärker wird mit einem Arbeitswiderstand versehen, an dem die dem Eingang gleichspannungsfrei über einen Kondensator zugeführte NF-Spannung um rund 10 dB verstärkt auftritt. Der Verstärker braucht einen Arbeitspunktstrom, für den der Widerstand von 470 kΩ zwischen Siebglied der Speisespannung und Eingang sorgt. Dieser Wert war für alle Schaltkreisexemplare brauchbar. Das trifft auch auf den Widerstand von 22 kΩ zwischen Signaleingang und Entkopplungspunkt zu. Für ausreichende Verstärkung auch der tiefen Frequenzen sollte der Kondensator von 7 nach Masse auf etwa 4,7 μF vergrößert werden.

Das RC-Glied zwischen Arbeitswiderstand und Versorgungsspannung erwies sich als eine für saubere Wiedergabe erforderliche Maßnahme zur Entkopplung. Der Arbeitswiderstand selbst ist das Bauelement, das den größten Einfluß auf die Optimierung jedes Schaltkreisexemplars hat. Das bezieht sich auf Verstärkung und auf Wiedergabequalität. Zwischen etwa 15 und 47 kΩ liegt der experimentell am eigenen Exemplar zu ermittelnde günstigste Wert.

Der zusätzliche Verstärker bedeutet für die Gesamtschaltung (und auf jeden Fall beim Empfang des Ortssenders) unter Umständen mehr Verstärkungsgewinn als nötig. Bei zu weit aufgedrehtem Lautstärkepotentiometer ergab sich dadurch in der Versuchsschaltung knurrende Wiedergabe. In diesem Falle legt man am besten zwischen den oberen Potentiometeranschluß und den Ausgang der Zusatzstufe einen Widerstand. Sein Wert kann durchaus die

Größe des Potentiometer-Gesamtwiderstands erreichen. Überhaupt wird man sich erst an das günstigste Zusammenspiel zwischen Rückkopplung und Lautstärke beim Einstellen gewöhnen müssen.

Selbsterregungserscheinungen sind vielfach auf ungünstige Leiterbildgestaltung zurückzuführen. Beim Fertiggerät z.B. wurden konsequent die HF-Masse (Anschluß 3) und die NF-Masse (Anschluß 11) getrennt zum Batterieentkopplungskondensator geführt. Vorsicht auch bei Anschluß von Kondensatoren am Ausgang!

Die Schaltung nach Bild 9 wurde gleich mit 2 × R6 erprobt. Bild 11 zeigt eine Ansicht des Versuchsaufbaus noch vor der Erweiterung durch die zusätzliche NF-Stufe. Man beachte den Einsatz der Taschenleuchte für 2 × R6 als Spannungsquelle mit Einschalter! An diesem Testaufbau wurde gleichzeitig die noch zu beschreibende Induktivitätsabstimmung untersucht. Bezüglich der Betriebsspannung zeigte sich, daß die Schaltung mit allen Schaltkreisexemplaren bis herunter zu 2,3 V zufriedenstellend funktionierte. Allerdings wird die aussteuerbare Kennlinie bei sinkender Betriebsspannung immer »kürzer«. Man darf übrigens bei kleinerer Spannung keine wesentliche Verringerung des aufgenommenen Betriebsstroms erwarten – das liegt an der komplizierten Schaltungstechnik des *A 283 D*, die mit großen Spannungshüben fertig wird. Diese Schaltungstechnik bewirkte jedoch auch einige Umwege. Sowohl die Schaltung nach Bild 3 wie die nach Bild 9 sind brauchbar. Doch die gegenüber dem Haupteinsatzfall geänderte Beschaltung des ZF-Verstärkers erforderte für optimale Ergebnisse kleine, jedoch wirksame Änderungen. Das verbesserte sowohl die Klangqualität wie die Verstärkung, so daß schließlich der Mischer wieder ausgespart werden konnte. Darauf nimmt das Fertiggerät Rücksicht. Man sollte diesen Weg nachvollziehen.

Das für die zunächst beschriebene Erweiterung ergänzte Leiterbild geht aus Bild 12 hervor. Bestückt wird nach Bild 13. Der Aufbau bleibt noch immer übersichtlich. Es empfiehlt sich auf jeden Fall, bei den Experimenten die beiden Varianten sowohl nach den örtlichen Verhältnissen und Empfangswünschen als auch nach dem Verhalten des vorhandenen Schaltkreises zu beobachten. Gut ist es, wenn zwischen einigen Schaltkreisexemplaren gewählt werden kann – darum auch die Schaltkreisfassung. Die nur 1,90 M für einen *R 283 D* gestatten einen solchen »Luxus«. Außerdem dürften sich für die anderen Exemplare noch genügend Einsatzfälle finden lassen. Einzige »Hemmschwelle« für Objekte, die auch netzunabhängig arbeiten sollen: der Ruhestrom, für den man eben leider 10 mA ansetzen muß. Vorteilhaft dagegen – hier mehr »nebenbei« erwähnt: die Möglichkeit, den Schaltkreis mit Vorwiderstand aus höheren Spannungen zu speisen, wie es die Innenschaltung indirekt erkennen läßt.

3. Der Schritt zum »mini«-Empfänger

Nachdem sich alles so gut angelassen hatte und der Versuchsaufbau Ergebnisse brachte, die mit früher üblichen Einkreisschaltungen mit Transistoren kaum zu erreichen waren, begannen Überlegungen für einen wirklich nutzbaren Gebrauchsgegenstand.

3.1. Materialentscheidungen

Bis jetzt konnte alles verwendet werden, was die Bastelkiste an artverwandtem Material hergab. Weder die Bauform der Potentiometer spielte eine Rolle noch die Größe des Lautsprechers. Allerdings wird man bei solcher anspruchslosen Mittelwellenschaltung feststellen, daß es für den Lautsprecher durchaus einen günstigsten Typbereich gibt. Das läßt sich im Maß für den Korbdurchmesser ausdrücken. So hat sich an Generationen von Kleinempfängern der

Bereich zwischen 100 und 45 mm »eingepegelt«. Masse und Fläche ergeben für die Schallabstrahlung im Bereich der Mittelwellenqualität günstige Bedingungen. Grob gesagt sind solche kleinen Systeme breitbandig auf diesen Frequenzbereich »abgestimmt«, so etwa zwischen 300 und 6000 Hz. Sofern das beidseits ausgewogen ist, klingt es auch ganz annehmbar. Nur haben eben besonders kleine Systeme selbst dabei mit den Tiefen schon Probleme, und der Wirkungsgrad nimmt ab. Das Gehäuse hat dabei großen Einfluß.

Den in jüngster Zeit gern eingesetzten Typ hat man an diese untere sinnvolle Grenze von 45 mm gelegt. Es handelt sich um den in Bild 14a gezeigten *L 1001*. Bild 14b bietet einen Vergleich mit dem dafür – individuell beurteilt – allerdings auch etwas günstigeren *112 M*, der lange Zeit neben Importen von *TESLA* die Taschenempfängerszene beherrschte. Selbstverständlich kann – wenn das größere nötige Gerätevolumen mit einem entsprechenden Gehäuse bereitgestellt wird – auch er in unserem Objekt benutzt werden. Die erforderliche größere Bautiefe könnte sogar eine 2. Kassettenhülle liefern.

Mit der für frühere Verhältnisse traumhaft niedrigen Bauhöhe von nur 11 mm (ein moderner Magnet macht's möglich) setzt der *L 1001* Maßstäbe. Verständlicherweise ist dieses Teil das teuerste des ganzen Vorhabens. Sein Preis liegt dicht unter 30 M. Rechnet man jedoch alles andere zusammen, so bleibt man für das Gesamtgerät deutlich unter 50 M. Das rechtfertigt schon die Gesamtlösung.

Noch etwas zum »Maßstab«. Während im Zeitraum der Arbeiten an diesem Bauplan der vorgestellte Lautsprecher eigentlich »überall« in den Auslagen zu finden war, bereitete die Beschaffung eines entsprechend kleinen Drehkondensators, obgleich er ebenfalls prinzipiell verfügbar ist, Schwierigkeiten. Bild 15 zeigt Beispiele für solche kleinen Typen. Doch diese Angebotslage erweist sich im Grunde erst beim Bau eines Supers als echtes Problem, denn dort müssen 2 Schwingkreise im Gleichlauf und mit dem Frequenzabstand der Zwischenfrequenz abgestimmt werden. Für unseren Einkreiser ließ sich aus der Not eine Tugend ableiten, denn es geht auch ohne ...

Zunächst jedoch noch einige Informationen zu den übrigen Teilen. Auf die Frage, welche »möglichst kleinen« Potentiometer zwischen 22 und 100 kΩ gerade am Lager seien, wurde dem Autor bereits im 1. Fachgeschäft der in Bild 16 abgebildete Typ vorgelegt. Diese erfreulich solide Konstruktion enthält eine Schleiferbahn mit logarithmischer Charakteristik, gerade recht für Lautstärkesteller, und mit 100 kΩ Nennwiderstand. 47 kΩ hätten es ebenso getan, und auch mit einer linearen Kennlinie kommt man bei unserem Objekt noch gut zurecht. Mit 16 mm Durchmesser und auf 17 mm »ausladender« Lagerbuchsenplatte brachte dieses Teil die Forderung nach einem Gehäuse mit wenigstens 16 mm Innenhöhe. (Die überstehenden Plattenteile kann man als Amateur notfalls schon einmal vorsichtig abfeilen, und auch eine kleine Aussparung in der Gehäuseoberfläche läßt sich vertreten, wenn das andere Vorteile bringt.)

Blieb noch die Frage nach der Spannungsquelle. Darauf fiel die Antwort allerdings relativ leicht. 14 mm Durchmesser hat die zur Anwendung in solchen Objekten bevorzugt empfohlene R6-Zelle, und über ausreichend Kapazität bei dieser kleinen Belastung verfügt sie auch. Nachdem der Testaufbau sogar mit 2 gegenwärtig zur »Walkman«-Bestückung erhältlichen Nickel-Kadmium-Zellen im R6-Format funktioniert hatte (mittlere Entladespannung 1,2 V je Zelle, also nur 2,4 V Betriebsspannung!), konnte mit ruhigem Gewissen für den geplanten »mini« auf 2 × R6 orientiert werden.

Auf das für den Empfang von Rundfunkwellen im Mittelwellenbereich wichtigste Teil wird im folgenden noch eingegangen. Nur so viel sei vorausgeschickt: Ein Manifer-Antennenstab (Ferritstab) von 8 oder notfalls auch 10 mm Durchmesser fügt sich in die von den anderen Teilen vorgegebene Höchstdicke von 16 bis 17 mm gut ein, auch mit Wicklung.

Breitet man nun alle nötigen Teile (die Elektrolytkondensatoren möglichst kleiner Bau-

form nicht vergessen!) auf Millimeterpapier aus, so zeigt sich zweierlei: Zum einen ist es ohne weiteres möglich, all das z. B. auf einer Fläche von beispielsweise 70 mm × 110 mm unterzubringen. Zum anderen erkennt man rasch, daß es mit einer üblichen Leiterplatte bezüglich Bauhöhe Probleme geben wird. Die »Randbedingungen« in Form von Abstimmeinheit, Lautsprecher, Potentiometern und Batterie bestimmen alles.

3.2. Rund um das Gehäuse

Seit einiger Zeit gibt es nicht nur die hüllenlosen Dreierpacks von Bastel-Magnetbandkassetten. Es gibt dafür auch die nötigen Klapphüllen, im Handels-Fachdeutsch als »Container« bezeichnet. Ihr Preis: 0,35 M oder noch weniger (Bild 17). Das kann man mit keinem Eigenbau und dessen Zeitaufwand unterbieten. Es lohnt darum, beim Innenleben etwas Mühe zu investieren. Schon ohne Messen zeigt sich: 2 R 6-Elemente passen genau in den durchsichtigen Teil der Hülle, und das entspricht der Innenhöhe des gesamten Gehäuses. Also stehen tatsächlich nur 14 mm zur Verfügung. Außen allerdings sind es 17 mm. Da liegt die Chance für unsere Potentiometer – wenn etwas gesägt wird. Im Idealfall schließen sie dann genau mit der Außenfläche ab und können z. B. durch eine dünne Blende über der gesamten Frontfläche kaschiert werden. Mit ein wenig Feilen am Potentiometergehäuse, wie angedeutet, fängt man Toleranzen ab bzw. kann sogar ohne Einschnitt in die Rückwand auskommen (oder umgekehrt in die Vorderwand). Die Potentiometer werden in Bohrungen in den Seitenwänden montiert, dadurch bleibt das Gerät tatsächlich rund 17 mm flach. Damit nun die Außenkonturen nicht unnötig wachsen, empfehlen sich Anschläge im Innern des Gehäuses. Je 1 Rippe auf jeder Seite ist an der richtigen Stelle schon vorhanden. Im Unterschied zu den beiden Aufnahmedornen, die mit einem scharfen Messer und der Flachzange vorsichtig entfernt werden, läßt man sie also stehen. Dadurch wird nur noch je 1 Stützstreifen gebraucht, damit das Potentiometergehäuse beidseitig aufliegt. Lediglich 70 Pf. sind aufzuwenden, um ein für unser Vorhaben noch für mehrere andere Zwecke fast ideales »Halbzeug« zu erwerben. Es handelt sich um eine Polystyrolplatte von 120 mm × 120 mm, in Heimwerkerläden als »Plastwandfliese« erhältlich. Die Farbe wird möglichst passend zur Kassettenhülle gewählt, also z. B. Schwarz. Neben den beiden Stützstreifen gemäß Bild 18 sägt man später aus diesem Material auch Hilfsteile für die Abstimmung. In kleinen Tuben erhältlicher Polystyrolkleber (»Plastikfix« o. ä.) ist für diese Arbeiten erforderlich, denn auch die Kassettenhülle besteht aus Polystyrol.

Jetzt ist es Zeit, den Tip bezüglich Einsatz eines Lautsprechers größerer Bautiefe zu präzisieren: Man nehme 2 Kassettenhüllen und lege sie übereinander. Das ist dann die z. B. für einen *112 M* nötige Bautiefe. Es wäre auch eine Alternative zur Abstimmung, denn in ein solches vergrößertes Gehäuse (Zwischenwände größtenteils entfernen) paßt mancher nicht gerade als Miniaturtyp anzusprechende Drehkondensator. Auch die Anzahl an R 6-Zellen ließe sich vergrößern, was einer höheren Ausgangsleistung entspricht und damit wieder der stärkeren Belastbarkeit eines solchen Lautsprechertyps entgegenkäme. Man kann noch weiterdenken und -probieren: In der Länge passen jetzt 2 R 14-Zellen in dieses dickere Gehäuse, das sogar knapp zur Aufnahme von R 20-Zellen reicht. Das wird dann für die Raumaufteilung allerdings schon wieder etwas kritisch. Jedenfalls käme man mit einer solchen Batteriekapazität ohne weiteres »über den Sommer«.

Das Zusammenfügen von 2 Kassettenhüllen, die nötigen Ausbrüche und Klebungen usw. legen nun allerdings bereits Eigenbaulösungen als Alternative nahe, z. B. aus den schon erwähnten Plastwandfliesen. Ihre Wanddicke wäre solchen Gehäusegrößen durchaus angemessen. Das jedenfalls ist dann der Bereich, wo der Leser eigene Wege gehen sollte. Bild 19 zeigt ein Beispiel dieser Art.

3.3. Senderwahl und Antennenstab

Der zeitweilige Engpaß »Drehko für mini« war schon angesprochen worden. Nun soll er umgangen werden. Das kostet kein zusätzliches Bauelement, aber etwas handwerkliches Geschick. Benötigt werden nur Teile, die sich »nach menschlichem Ermessen« auch beschaffen lassen und im Grunde fast nichts kosten. Allenfalls bei der Schraube bzw. Gewindespindel M 3 × 40 könnte es etwas schwieriger werden. Aber eine Schraube M 4, die es in dieser Länge vielleicht häufiger gibt, bietet einen bezüglich Lagerung und Knopf sogar interessanten Ausweg. Dafür wird es dann mit der Stab- und Mutterhalterung wieder etwas schwieriger. Auf jeden Fall ist die Aufgabe für jeden reizvoll, der gern ein wenig seine Polytechnikkenntnisse anwenden will – bauplanmäßig.

Für das M 4-Gewinde spricht die etwas größere Steigung. Doch was im unteren Bereich einige Umdrehungen mehr kostet, ist an Treffsicherheit am oberen Ende des Abstimmbereichs durchaus willkommen. Und so schied der zunächst ebenfalls in Erwägung gezogene Glasfaserpinselmechanismus rasch wieder aus. Mit der benutzten M3-Variante jedenfalls bringt das Muster in den Nachtstunden im oberen Teil der Mittelwelle erstaunlich gute Ergebnisse bezüglich treffsicherer Abstimmung.

Die Anordnung bietet mehrere Möglichkeiten der Zuordnung von stehenden und beweglichen Teilen. Bild 20 skizziert das Prinzip: Durch Verschieben des Antennenstabs in der feststehenden Wicklung wird der für Mittelwelle erforderliche Abstimmhub von maximal etwa 1650 kHz : 525 kHz »gerade noch« bei vertretbaren Änderungen der Schwingkreiseigenschaften realisiert. Da allerdings unter örtlichen Bedingungen fast nie dieser volle Bereich benötigt wird, läßt sich der tatsächlich gebrauchte kleinere Bereich mit einem tiefer in der Spule bleibenden Stab (also günstiger) überstreichen. Alternativ kann auch der Festkondensator des Schwingkreises umgeschaltet werden, so daß man dann die Mittelwelle in 2 Teilbereichen abstimmt. Doch dieser Mehraufwand ist im allgemeinen nicht nötig.

20 mm Hub lassen sich unter den gegebenen Bedingungen für den Gesamtbereich kaum unterbieten. Nutzbare Stablänge, Wicklungslänge und die Einzelheiten des Abstimmtriebs müssen in das gewählte Gehäuse passen. Es soll ja nicht unnötig groß sein und ist durch die Wahl der Kassettenhülle außerdem schon vorgegeben. Daraus ergibt sich, daß der Stab auf 50 mm gekürzt werden muß. Dabei hilft eine scharfe Feile, mit der ein flacher umlaufender Kerb erzeugt wird. Das genügt, um den Stab an dieser Stelle zu brechen. Danach erhält er im Sinne von Bild 21 einen nichtmetallischen Halter. (Metall würde dämpfen.) Für die noch weitverbreiteten 8-mm-Stäbe erwies sich die Schutzkappe eines ausgedienten Faserschreibers als geeignet (siehe Bild 21). Das gilt für eine M3-Spindel. Stirnseitig erhält diese Kappe eine 3-mm-Bohrung. Anschließend wird, wie in Bild 21 schon angedeutet, eine Mutter M3 in die Kappe gedrückt. Erst danach steckt man den Stab ein. Die feste Verbindung zwischen Stab und Kappe kommt bereits durch den Paßsitz zustande, denn Klebeversuche scheitern meist am Kappenmaterial. Der Stab darf nur wenige Millimeter eingeschoben werden. Der Freiraum innen wird für den Spindelweg benötigt.

Die in den Bildern erkennbare Lösung ist sicherlich keine »serienreife«. Es ging ja vor allem darum, von Nachvollziehbarem auszugehen. Die M3-Variante arbeitet im Testmuster zur Zufriedenheit. Aus ihr wird anschließend die M 4-Variante abgeleitet, für die ebenfalls einiges spricht.

3.3.1. M3-Variante

Für das Muster stand nur eine 35mm lange Senkschraube M3 zur Verfügung. Sie lieferte einen Abstimmhub von 1:2,5. Das wurde entsprechend den örtlichen Bedingungen schließlich für den Frequenzbereich zwischen etwa 560kHz und 1,4MHz genutzt. Mehr war für den täglichen Gebrauch nicht erforderlich. Für nächtlichen Weitempfang im oberen Teil der Mittelwelle kann der Kreiskondensator von 220pF auf 120 bis 150pF verringert werden. Doch es sei nochmals betont, daß schon eine nur 5mm längere Spindel die erforderliche Obergrenze für die meisten Fälle genügend weit heraufsetzt.

Bild 22 zeigt zunächst die gewählte Lösung für die Spindelseite: Eine übliche 13mm lange Telefonbuchse wurde mit einer Scheibe und 2 Muttern so eingestellt, daß sie sich, in einer 6-mm-Bohrung der Kassettenhülle gelagert, gerade noch gut drehen ließ. Der Außendurchmesser der Buchse erlaubt es, einen normalen Drehknopf für 6-mm-Achsen aufzustecken und festzuschrauben. Vorher wird jedoch die M3-Spindel eingeführt. Die im Muster benutzte Senkkopfschraube erhielt einen Überzug aus Isolierschlauch passenden Durchmessers. Auf diese Weise wird sie ohne Spiel in die Telefonbuchse eingesteckt. Zusätzlich empfiehlt sich Einkleben mit Epoxidharz oder – bei wärmefestem Isolierschlauch – Anlöten des Senkkopfes auf der Buchsen-»Unter«-Seite. (Der Kragen auf der »Eingangs«-Seite der Buchse bei normalem Gebrauch stellt ja laut Bild die innere Lagerbegrenzung dar.)

Man kann also nun die Buchse mit fest eingesetzter Spindel in eine 6-mm-Bohrung der Kassettenhülle von innen her einschieben. Außen wird zunächst eine passende Scheibe aufgesetzt. Dafür eignet sich auch eine Unterlegscheibe der benutzten Potentiometer. Danach sind mit etwas Fingerspitzengefühl bezüglich der »Gängigkeit« dieses durch die dünne Wand begrenzt stabilen Lagers nacheinander die beiden Telefonmuttern aufzuschrauben. Sie werden in der optimalen Position so gegeneinandergedreht, daß sie später beim Drehen der Buchse ihre Lage nicht mehr infolge Reibung verändern können. Als Letztes folgt der Drehknopf.

Trotz dieses recht primitiven Lagers ergeben sich brauchbare Bedieneigenschaften. Daran hat auch eine Wendelfeder, die den toten Gang minimiert, einen Anteil. Dazu wird die Bastelkiste nach einem ausgedienten Miniatur-Schiebetastenschalter durchsucht. Das ist aber nur eine mögliche Federquelle. Mindestens für M3 eignet sich prinzipiell auch die Feder eines üblichen Kugelschreibers mit Druckmechanismus, sobald dieser aus anderen Gründen nicht mehr benutzt wird. Es ist sinnvoll, von dieser Feder nur die Hälfte zu verwenden. Der kleinere Federdurchmesser bringt an der Buchsenlagerstelle ein Problem. Die Feder soll nämlich nicht an der sich drehenden Buchse, sondern an der Lagerwand anliegen. Die Lösung nach Bild 23 verbessert gleichzeitig die Lagereigenschaften, verringert aber den Hub: Man verstärkt die Lagerstelle durch ein Stück unserer Plastfliese mit einer Bohrung, in die der Buchsenkragen gerade paßt. Wer auf diese Lösung zielt, sollte allerdings schon vor der Montage seine Telefonbuchse auf dieser Seite etwas abfeilen, damit sie die Platte nicht überragt. Abschließend sorgt eine M3-Unterlegscheibe über der Spindel dafür, daß die Feder ein stabiles Gegenlager erhält. Der Durchmesser dieser Scheibe muß größer sein als der Lagerdurchmesser.

Doch zurück zur Tastenschalterfeder, für die Bild 24 mögliche »Spender« zeigt. Wer ein solches Teil näher betrachtet, das es einzeln bisweilen bereits für knapp 2M gibt, erkennt schnell die unterschiedlichen Mechanismen, auch bezüglich Demontage. Nun kann die Spindel mit der in Bild 21 gezeigten Halterung verbunden werden. Eine Unterlegscheibe mit passendem Innen- und Außendurchmesser bildet das Gegenlager für die Feder auf der Maniferstabseite. Auf der Buchsenseite gewährleistet der relativ große Federdurchmesser, daß sie an der Wand und nicht an der Buchse anliegt.

Man schraubt die Spindel vorerst nur wenige Umdrehungen weit in die Mutter des Stabhalters ein. Das ist die obere Grenze des Abstimmbereichs. Damit späteres Herausrutschen

vermieden wird, muß in der Gehäusewand ein passender Anschlag befestigt werden. Dafür gibt es einige Möglichkeiten. Es ist sinnvoll, wenn eine Art gewählt wird, bei der sich das Ganze jederzeit auch wieder auseinandernehmen läßt. Man will ja mit diesem Eigenbau noch experimentieren können. Für den Anschlag eignet sich z.B. ein Drahtstück, das thermisch in die Führungsplatte eingedrückt wird. Mit einem Stück Plastwandfliese läßt sich die Wicklung lösbar montieren. Diese »Montageplatte« sollte nicht so lang wie die ganze Wicklung sein, wenn man die Wicklung noch verändern möchte. Bild 25 skizziert Lösungsdetails. Die Platte kann z.B mit Hilfe einer kurzen M2-Schraube lösbar mit dem Gehäuse verbunden werden. Die nötige Bohrung (Gewinde z.B. im Plastträger anbringen) erzeugt man aber erst dann, wenn Spule und Stab zueinander ausgerichtet sind. Das bedeutet, daß der Stab ohne Verkanten leicht in der Spule gleiten kann. Das ist ein etwas individuelles Problem jedes einzelnen Musters. Man muß es mit Hilfe der in diesem Bauplan enthaltenen »Rahmenvorschläge« für das eigene Exemplar selbst lösen.

3.3.2. M4-Variante

Genau entgegengesetzt zur eben beschriebenen Lösung verhält es sich mit dem Einsatz einer M4-Spindel (Bild 26). Am besten benutzt man eine durchgehende Gewindespindel der erforderlichen Länge. Sie ergibt sich überschlägig aus Hub H + Mutterndicke D + Lagerlänge L + Kontermaßnahmen K + Knopftiefe T. Da es Knöpfe mit 4mm Innenweite gibt, beschränkt sich das Bearbeiten der Spindel in diesem Falle auf das Absägen der benötigten Länge. Wird dagegen eine M4-Schraube benutzt, so erweist sich ihr Kopfdurchmesser als reichlich 1mm zu groß. Da hilft nur Abfeilen, wenn nicht der Knopf aufgebohrt wird. Die Schraube sollte auf jeden Fall durchgehend Gewinde tragen. Bild 27 skizziert eine mögliche Lösung für solche Schrauben.

Die Verbindungsstelle zwischen Maniferstab und Gewinde (Mutter M4) erfordert eine andere Lösung als die bei M3. Ein Isolierschlauch von 8mm Innendurchmesser brachte gute Voraussetzungen mit. (Es kann auch ein Isolierrohr sein, oder man wickelt ähnlich dem Wicklungsträger ein mit Alleskleber zwischen den Lagen verstärktes Papprohr.) Bild 28 enthält einen Vorschlag für die Gestaltung mit 8-mm-PVC-Isolierschlauch. Beim Autor fand sich ein passendes Stück in einer Tastatur für elektronische Schreibmaschinen als »Randpuffer« zur Montageplatte, wo er nicht mehr gebraucht wurde.

Wiederum helfen nun ein Stück Plastwandfliese und ein Abschnitt des Faserschreibers, dessen Kappe für die M3-Lösung herhalten mußte: Man bohrt ein Loch von höchstens 9mm vorsichtig in einen aus Bearbeitungsgründen zunächst noch größer gehaltenen Abschnitt der Plastfliese. Das Loch weitet man vorsichtig von einem kleineren Durchmesser aus, z.B. mit Hilfe einer Flachzange als Reibahle, so weit auf, daß der über den Maniferstab geschobene Isolierschlauch zusammen mit dem Stab gerade stramm in diese Öffnung paßt. Erst jetzt wird aus dem Material eine zum Loch mittelpunktsymmetrische quadratische Platte ausgesägt. Sie muß den Deckungsbedingungen hinsichtlich der Mittellage der Spindellagerstelle zum Gehäuse genügen. Da jede Eigenlösung etwas andere Maße haben wird, je nach vorhandenem Material, steht diese Vorgabe statt einer exakten Maßangabe. Diese Platte führt dann den Stab, damit er sich beim Drehen der Spindel nicht unerwünscht um seine Achse drehen kann. Bild 29 zeigt, wie das gemeint ist. Bei der M3-Lösung, das sei nachgetragen, übernimmt die 6-Kant-Kappe des Faserschreibers diese Aufgabe. Dementsprechend ist dann die seitliche Führung (und ggf. eine weitere unter ihr) im Gehäuse anzukleben. Diese Führung besteht – fast ahnt es der Leser schon – ebenfalls aus einem Stück Plastwandfliese.

Doch zurück zur M4-Variante. Die Mutter wird, wie es Bild 28 zeigt, am anderen Ende in den elastischen Schlauch gedrückt, der sie dann relativ fest umschließt. Zur erhöhten Stabi-

lität des Bereichs zwischen Maniferstab und Mutter setzt man vorher den schon angesprochenen Faserschreiberabschnitt ein. Im Gerät sind die Spindel in ihrem Lager und der Stab durch die Führungsplatte gegen seitliches Spiel gesichert (außer vielleicht nach oben hin, doch auch dort kann man etwas tun). Dadurch ergibt sich insgesamt ein dem Zweck gemäßes Verhalten.

Zusammengebaut wird die Abstimmungseinheit nach Bild 30: Spindel in Lager einbauen, Lager in Gehäuse einschrauben, Scheiben und Feder aufstecken, Komplex Spulenträger mit in der Spule steckendem Maniferstab mit Mutter an die Spindel heranführen und Gewinde wenige Umdrehungen eindrehen. Dann Spulenträger befestigen (z.B. mit M2-Schrauben) und Anschläge bezüglich Stabweg kontrollieren.

Schließlich sollte man an passender Stelle eine Zeigermarkierung auf dem beweglichen Teil anbringen. Sie muß von außen sichtbar sein und ist, z.B. auf dem durchsichtigen Gehäuseteil, durch eine kleine Skale mit einigen Strichen zu ergänzen. Die durchsichtige Fläche kann von innen oder (und) außen mit einer Folie abgedeckt werden, die den Schallaustritt am Lautsprecher nicht behindert.

Zugegeben – manches von dieser Beschreibung erfordert Eigeninitiative bei der Umsetzung in beim Leser zufällig Gegebenes. Doch darin liegt ja auch ein gewisser Reiz. Die beschriebenen Varianten deuten den weiten Spielraum an, der dafür zur Verfügung steht.

3.4. Schaltungsaufbau

Normalerweise folgt jetzt bei Bauplanbeschreibungen die Vorstellung einer Leiterplatte mit Leiterseite und Bohrungen für die Bauelemente auf der Bestückungsseite. Auf einer solchen Leiterplatte befindet sich nach Möglichkeit nahezu das gesamte Gerät. Auf Grund der Entscheidung für ein solches handliches flaches Gebilde wie einen Kassetten-Container ist besonders der letzte Punkt nicht ganz einfach zu realisieren. Die geringe Bauhöhe macht es außerdem schwer, selbst die Potentiometer direkt auf der Platte unterzubringen. Bedenkt man schließlich noch, daß dieses »Fertigprodukt« letztlich doch auch ein Experimentiergegenstand bleiben wird, so sollte die Zugänglichkeit zu den einzelnen Komponenten nicht gerade extrem schlecht sein. Man muß also einige »Strippen« akzeptieren, einige Lötstellen nach außen und einige Handgriffe auch für den Batteriewechsel. Die Batterie beeinflußt beim vorliegenden Gerät maßgeblich Gesamtaufbau und Leiterplattengröße. Daher sollen die damit verbundenen Fragen schon jetzt gelöst werden.

3.4.1. Batterieteil und Einschalter

Durch die volumenbedingte Vorgabe, unseren »mini« mit nur 2 R6-Zellen zu betreiben, wird zwar die erreichbare Ausgangsleistung stark begrenzt. Doch dafür bietet der Kassetten-Container eine elegante Möglichkeit, nicht nur die Batterie selbst, sondern auch gleich einen platzsparenden Eigenbauschalter quasi zum »Nulltarif« im durchsichtigen Teil des Behälters unterzubringen. Einzelheiten dazu gehen aus Bild 31 und Bild 32 hervor.

Ein 2seitig kupferkaschierter Streifen Epoxidharz-Glasfaser-Halbzeug (Cevausit) von knapp 14mm Breite und 103mm Länge (den Innenmaßen des Klappdeckels angepaßt) ist Ausgangsteil. Nach der aus den Bildern erkennbaren Bearbeitung wird er in den vorher noch mit einem Schlitz an passender Stelle für den Schalter versehenen Klappdeckel eingepaßt. Bei Batteriewechsel knöpft man dieses Teil einfach aus dem übrigen Gehäuse aus. Das setzt voraus, daß der Lautsprecher auf der Leiterplatte befestigt ist.

Das aus Bild 31 hervorgehende Ritzmuster der beiden Seiten des Batteriekontaktstreifens enthält auch die Kontaktflächen für den Schalter. Sowohl seine Teile wie die beiden Batteriefedern werden aus den Kontakten alter Flachbatterien gewonnen. Sehr gut eignen sich dafür oberflächenveredelte, gut lötbare Kontakte von Flachbatterien aus der UdSSR. Für ältere Taschenleuchten u.ä. sind ja Flachbatterien noch immer im Angebot. Man sollte also die Kontakte von verbrauchten Exemplaren stets behalten! Federn ohne Oberflächenveredelung werden mit dem Glashaarpinsel gereinigt. Dann biegt man sie mit einer Flachzange in geeigneter Weise. So empfiehlt es sich für die Plusseite, den Kontakt so nach außen zu wölben, daß der Pluspol der R6-Zelle davon umschlossen wird. Das hält die Batterie sicherer in der gewünschten Lage. Zusätzlich sollten die beiden Zellen schon vor dem Einsetzen durch eine Lage dünnen Klebebands zusammengehalten werden. Dieses »Röhrchen« beseitigt die Gelenkwirkung der Berührungsstelle beider Zellen, die sonst bisweilen von den Kontaktfedern wieder aus der Halterung »katapultiert« werden.

Der Batterieschalterknopf besteht aus einem U-förmig gebogenen und dann nochmals abgewinkelten Schaltdraht von etwa 0,8mm Durchmesser. Dieses Gebilde wird auf die Schalterfeder aufgelötet. Je ein Stückchen dieses Drahtes lötet man auch auf die Kontaktfederenden auf derselben Seite des Halters auf. Das sichert gleichmäßige Auflage im Gehäuse.

Der »Knopf« sollte nur wenig oder gar nicht über die Gehäuseaußenfläche ragen. Er läßt sich dennoch mit dem Fingernagel gut bedienen. Bevor man den Batteriehalter einsetzt, wird aber das Klappteil noch fertig bearbeitet. Das heißt, man sägt die Freiflächen für die Potentiometer aus und bohrt die Schallöffnungen (Bild 33).

3.4.2. Leiterplatte in SMT und die endgültige Lösung

Wiederum ein Stück 2seitig kupferkaschiertes Leiterplattenhalbzeug bildet den Ausgangspunkt für die etwas unkonventionelle Leiterplatte. Die Kupferunterseite wirkt nur als Massefläche. Dadurch läßt sich, wie schon bei den Versuchsschaltungen, die hohe Verstärkung bei Hochfrequenz besser beherrschen. Die andere Seite wird nach den Regeln der Oberflächenmontagetechnik genutzt (soweit das mit konventionellen Bauelementen überhaupt möglich ist). Man könnte das Leiterbild der Platte bei entsprechendem Geschick gerade noch in Ritztechnik herstellen. Die Mehrzahl der Leser wird sich jedoch wohl besser der Ätztechnik bedienen, am besten mit Hilfe der zum Bauplan entwickelten typofix-Folie.

Es wäre vielleicht gerade noch möglich gewesen, die Platte in herkömmlicher Art mit Bohrungen zu versehen und in geläufiger Weise zu bestücken. Geringe Höhe und die Frage, ob jeder Leser die neuesten, entsprechend niedrigen stehenden Elektrolytkondensatoren bekommt, sprachen jedoch für die Oberflächentechnik.

Es handelt sich also, anders betrachtet, um eine Art »Stützpunktverdrahtung«, bei der längere als die vorgesehenen Bauelemente auch einmal erhöht und schräg eingebaut werden können.

Bild 34 zeigt das Leiterbild, Bild 35 den Bestückungsplan. Das bezieht sich noch auf den Stromlaufplan nach Bild 9. An diesem Muster konnte jedoch sowohl die NF-Zusatzstufe wieder eingespart wie ein spürbarer Rückgang der Verzerrungen erreicht werden. Das Rezept dafür: Anschluß 14 frei lassen, Widerstand an 15 auf etwa 3,3kΩ verringern und innere Potentialverhältnisse mit Widerstand 8 – Masse korrigieren: etwa 1,5V an 8 gegen Masse, mit hochohmigen Voltmeter gemessen (bei 3V Betriebsspannung). Bild 36 zeigt diese dem Bild 3 wieder recht nahekommende, jedoch in der Wirkung weit günstigere Schaltung. Man bestückt sie auf der gleichen Leiterplatte nach Bild 34 gemäß Bild 37. Stückliste beachten!

Die Gesamtverdrahtung zwischen Leiterplatte und übrigen Teilen geht aus Bild 38 hervor. Eindrücke von dem selbstverständlich noch nicht in allen beschriebenen Punkten optimierten Arbeitsexemplar (noch mit NF-Zusatzstufe) vermittelt Bild 39.

3.5. Tips für den Abgleich

Im folgenden werden die zum Teil schon in Abschnitt 2.1. enthaltenen Informationen ergänzt und neu zusammengestellt. Das Wort Abgleich ist im Grunde etwas hoch gegriffen. Es geht ja vor allem um die einfache Feststellung, ob man mit seinem Schwingkreis und dem Abstimmhub den örtlich interessanten Empfangsbereich voll erfaßt. Wenn das aber nicht der Fall ist, muß die Windungszahl korrigiert oder der Wert des Festkondensators parallel zur Spule verändert werden.

Der Autor benutzte für diese Arbeiten als Hilfsmittel ein Kofferradio der Klasse »Sound solo« bzw. »Sound clock«. Diese Geräte haben zwar eine reichlich grob gegliederte Frequenzskale für Mittelwelle, doch die wesentlichen 3 Möglichkeiten sind gegeben: direkter Sendervergleich, Suche nach der abgestrahlten Oszillatorfrequenz im Eigenbau und Suche nach der Eigenfrequenz des Eigenbaus bei angezogener Rückkopplung.

Je nach Tageszeit und eingestellter Frequenz erhält man im jeweils als Empfänger wirkenden der beiden Geräte eine Pfeifstelle oder erkennt die Lage der Frequenz des anderen an dem dabei zurückgehenden Rauschen. Diese letztgenannte Anzeige ist nach Möglichkeit Pfeifstellen vorzuziehen. Man sollte also am Tage abgleichen, wo besonders der obere Teil der Mittelwelle noch relativ »leer« ist. Pfeifstellen dagegen können, wie sich gezeigt hat, mehrdeutig sein. Das gilt besonders, wenn beide Geräte relativ nahe beieinander stehen, wenn dabei das Industriegerät als »Sender« wirkt (Oszillatorabstrahlung) und wenn einige Ortssender im Spiel sind. In diesem Falle sollte der Eigenbau wenigstens 50 cm vom Industriegerät entfernt sein. Dann hebt sich die »Mitte« der Pfeifsignale, bezogen auf die Skale des Industriegeräts, gut von den übrigen Pfeiferscheinungen ab. Die Rückkopplung des Eigenbaus ist bei dieser Arbeit unbedingt unter dem Schwingeinsatz zu halten! Der auf dem Industriegerät angezeigte Skalenwert muß zu seiner Zwischenfrequenz (meist 455 kHz) addiert werden. Das ergibt die im Eigenbau gerade eingestellte Frequenz. Eine einfache Rechnung zeigt, daß man auf diese Weise nur im oberen Teil der Mittelwelle arbeiten, also vor allem die höchste einstellbare Frequenz bestimmen kann.

Für die tiefste benötigte sucht man am besten am Industriegerät den letzten stärkeren Sender am unteren Ende und versucht diesen dann auch im Eigenbau durch Eindrehen des Stabes zu erreichen. Gelingt das nicht, kann bei angezogener Rückkopplung auf dem Industriegerät diese Stelle gesucht werden. Dort geht das Rauschen deutlich zurück. Ein dort zufällig liegender Sender wird dabei von einem Pfeifton überlagert. Dieser Test erfordert, den Antennenstab des Eigenbaus dicht an das Industriegerät zu halten, denn die abgestrahlte Energie ist (erfreulicherweise) sehr klein – eine Voraussetzung dafür, daß unser »mini« niemand stören kann!

Abschließend nochmals ein Wort zur Skale. Auf 20 mm Zeigerweg kann man natürlich keine vernünftigen Skalenmarkierungen unterbringen, obgleich die feinfühlige Abstimmung manchen Sender liefert, eben je nach örtlichen Bedingungen. (Übrigens sollte man diesen Bedingungen vor allem auch die Anzahl der Koppelwindungen anpassen, wie schon beim Versuchsaufbau erwähnt! Man tauscht dabei stets Lautstärke gegen Trennschärfe.) Jedenfalls dürfte man die örtlichen Stationen schon an Hand einiger grober Marken gut finden. Bei der Wellenjagd am Abend im oberen Teil der dann dicht bevölkerten Mittelwelle versagt jedoch selbst bei den meisten Industrieprodukten der feinste Stift zum Markieren.

4. Stückliste und typofix

Die Stückliste zum mini zeigt den geringen Gesamtaufwand. Auf der typofix-Folie hätte sich die kleine Leiterplatte allein recht verloren ausgenommen. Das erlaubte es, auch ein Leiterbild des Experimentieraufbaus mit aufzunehmen.

5. Merksätze zu mini in SMT

- Lötkolben von 16 bis 20 W mit schmaler, kurzer Spitze (nur etwa 20 mm aus dem Heizelement ragend) verwenden.
- Vorsicht vor Zinnbrücken über den Trennlinien: saubere Spitze, wenig Zinn, säurefreies Flußmittel.
- Leiterflächen ganz dünn vorverzinnen.
- Bauelementeanschlüsse auf Länge schneiden, biegen, verzinnen.
- Potentiometergehäuse mit Masse verbinden.
- Unterseite der 2seitig kaschierten Platte an Schaltungsmasse!
- 220 µF für C4 nicht unterschreiten; kleinste Bauform ist der 10-V-Typ nach TGL 38928.
- Beim Abstimmen Gerät nicht links oben anfassen (Handkapazität zur Wicklung); Gerät quer zur Senderrichtung legen.
- Bessere Klangqualität durch Auflegen auf leeren Pappkarton.
- Bei Batteriewechsel Scharniere der Hülle seitlich aushaken.
- Lautsprecher kann ohne Befestigung in Freiraum zwischen C 15 und Schaltkreis gelegt werden; Magnet mit Klebeband isolieren.

Schließlich noch eine Empfehlung für eine erweiterte Nutzung unseres »mini«: Eigentlich bietet er sich auch als in der Klangqualität allerdings sehr bescheidener »Rundfunk-Walkman« an. Warum also nicht z. B. oberhalb des linken Potentiometers (das man dafür etwas tiefer anordnen muß) eine Ohrhörerbuchse montieren?

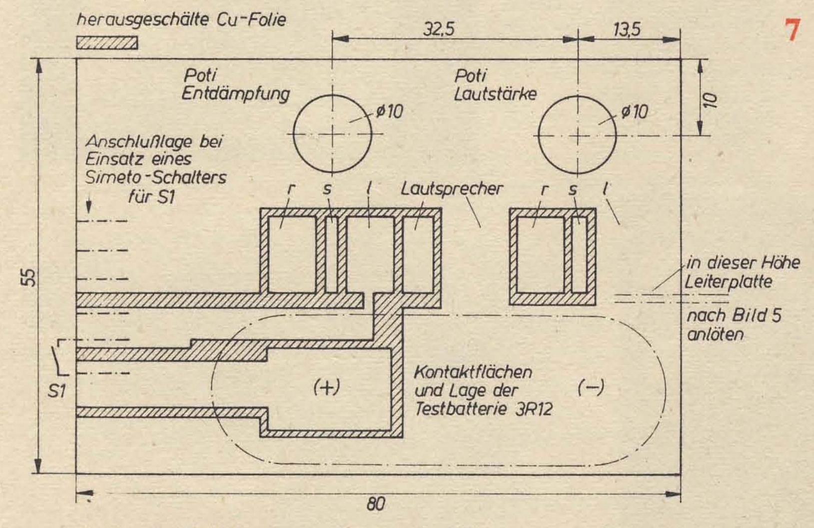
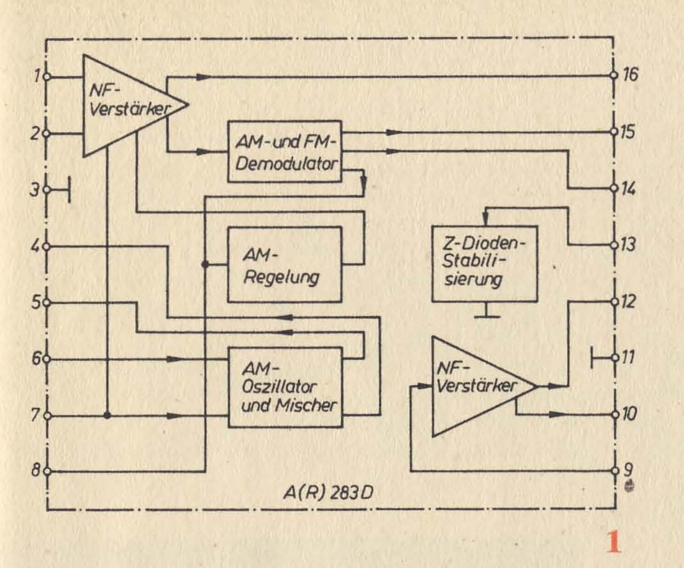
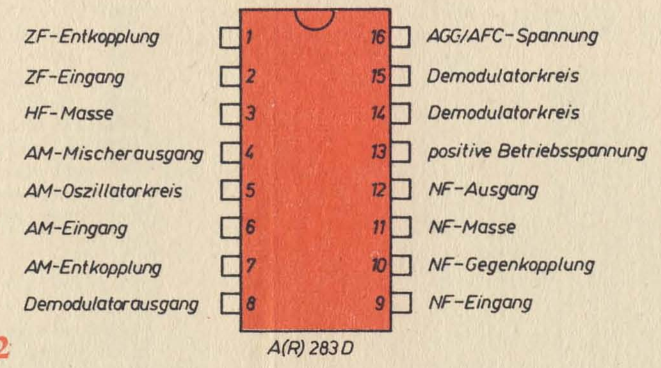


Bild 7
Gestaltungsvorschlag für einen der beiden Trägerstreifen für die Bedienelemente (Potentiometerseite) und für die Kontaktflächen bei Verwendung einer Batterie 3 R 12 als Testhilfe



1



2

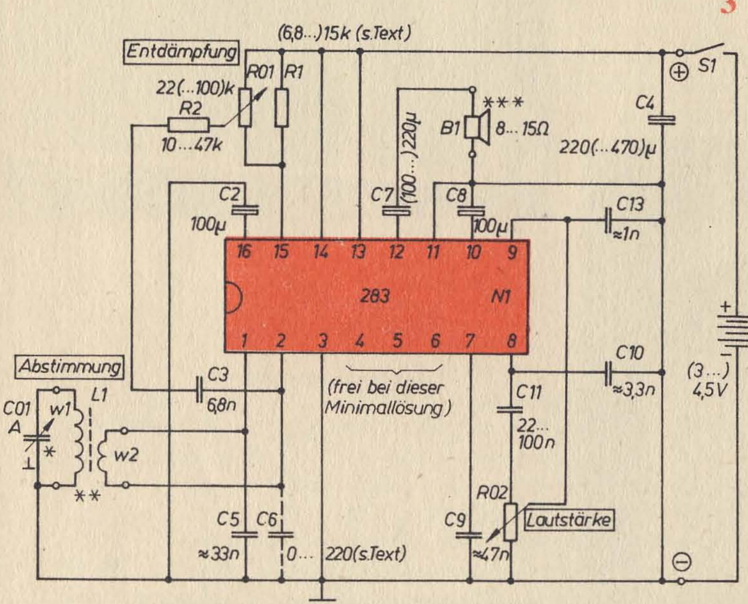
Bild 1
Bereits diese Übersichtsdarstellung vermittelt einen Eindruck von den interessanten Möglichkeiten, die der *A283D* auch außerhalb des Haupteinsatzfalls »Überlagerungsempfänger« bietet. Auch der Teil »AM-Oszillator und -Mischer« enthält einen Verstärker!

Bild 2
Anschlußbelegung des *A283D*. Die übliche Darstellung in Draufsicht auf den Schaltkreis erweist sich für die im Bauplan benutzte Oberflächen-Montagetechnik als optimal, während bei Einsatz auf herkömmlichen Leiterplatten stets Umdenken erforderlich war

Bild 3
Halbsymbolische Darstellung für den Einsatz eines *A283D* oder *R283D* als Einkreisempfänger mit Abstimmung durch Drehkondensator. Diese Minimalvariante liefert bei weiter entfernten Stationen keine allzu hohe NF-Signalspannung, weist dafür jedoch auch realtiv niedrigen Rauschpegel auf. C9 ab 33 nF!

Bild 4
So chaotisch kann ein Versuchsaufbau am Ende durchaus wirken und dennoch funktionieren. Allerdings muß beim Löten aufgepaßt werden: schlanke Kolbenspitze verwenden bei dennoch für kurze Lötzeiten ausreichender Temperatur (z. B. 16- bis 20-W-Kolben)

3

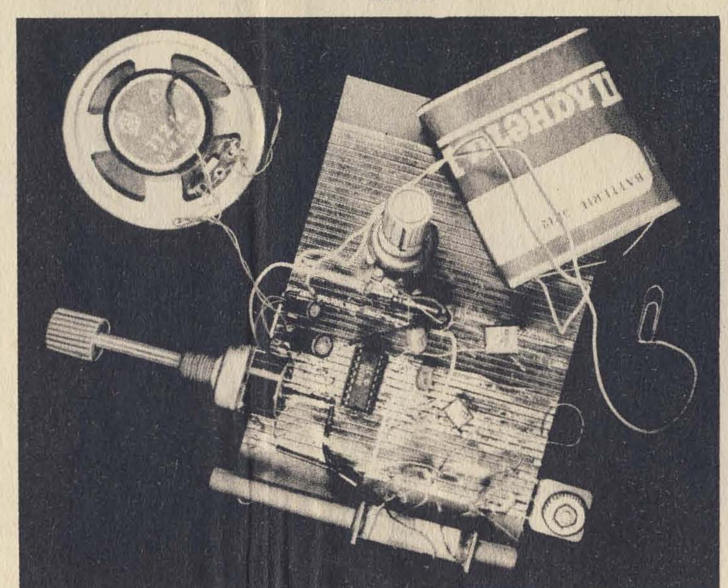


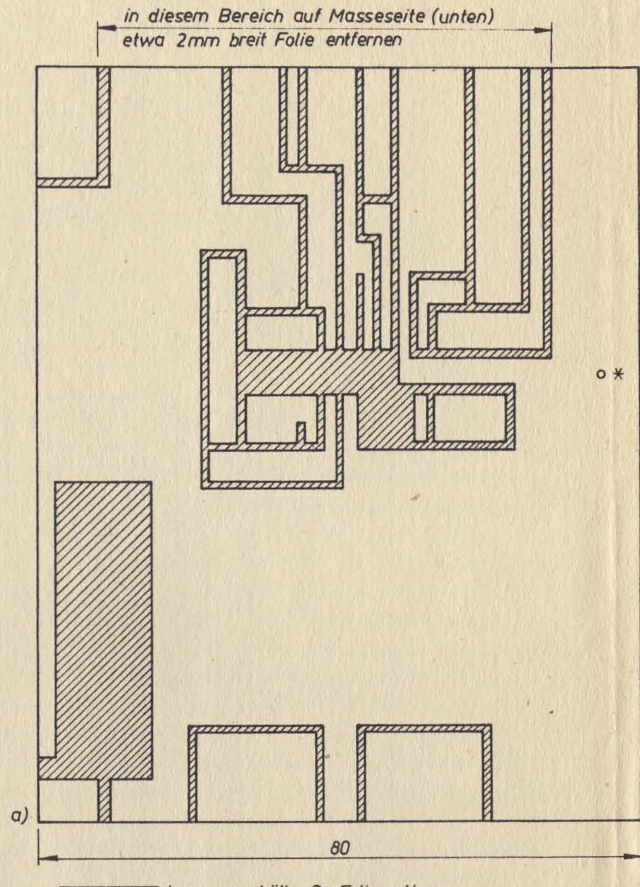
)* Drehkondensator, je nach Gesamt-C zusätzlich O(Oszillatorpaket) mit A verbinden

)** w1 ≈ 90Wdg. HF-Litze 10 x 0,05; 0,25...0,3 CuL o.ä.; 1-lagig
w2 ≈ 1...4 Wdg. 0,25...0,4 CuL
Manifer-Antennenstab z.B. ø8 x (90...100)

)*** für Versuchsaufbau beliebiger Typ ab 8Ω

4

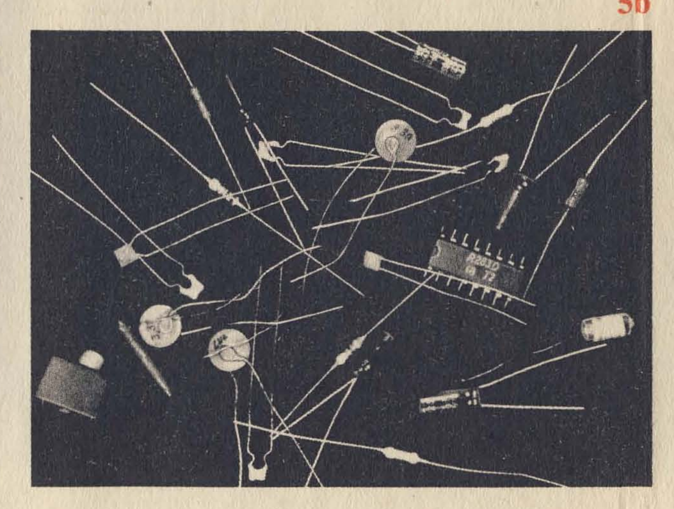


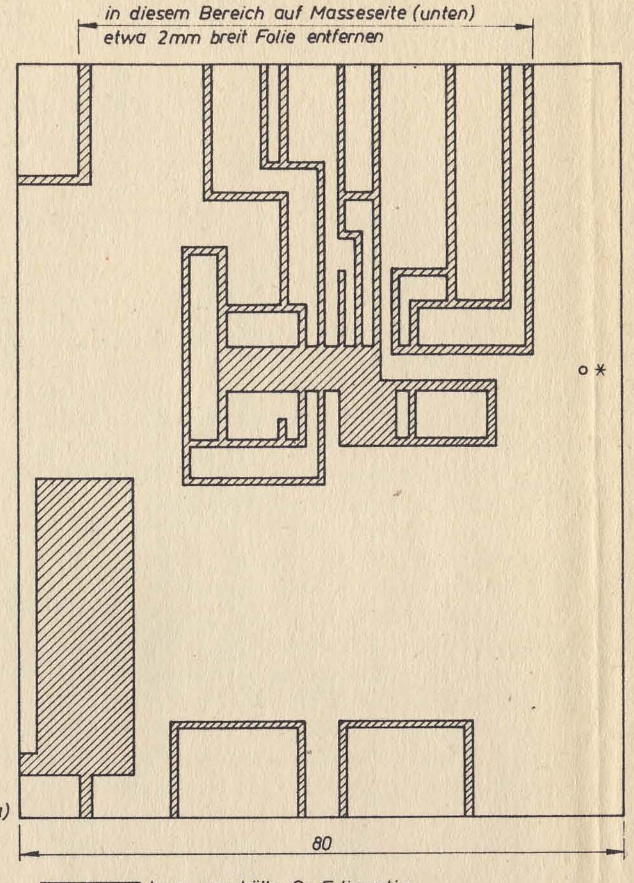


herausgeschälte Cu-Foliepartien

)* zur Unterseite durchkontaktieren (2-seitig Cu-kaschiertes Material)

5b

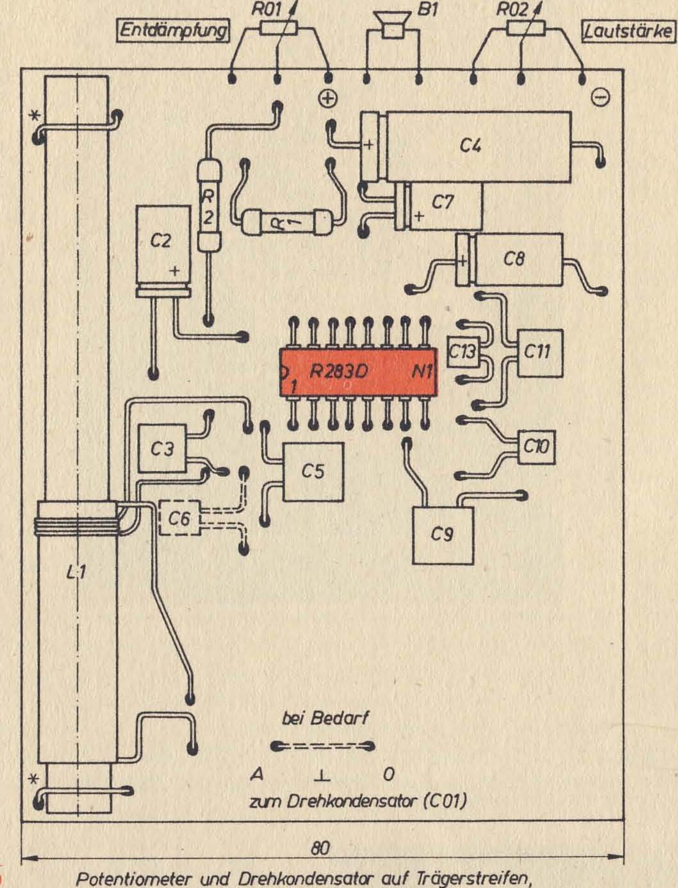




5a

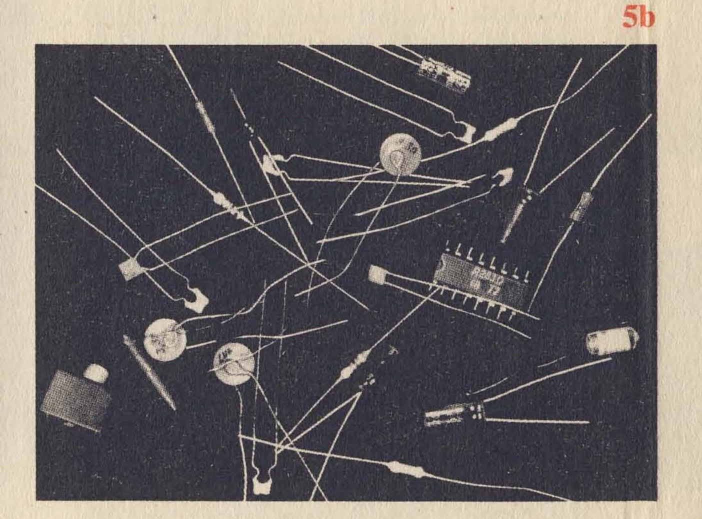
Bild 5
Für Oberflächenmontage geeignetes Trennlinienmuster zu Bild 3, durch Ritzen oder vom typofix-Blatt zu diesem Bauplan (dann nach Bild 12!) durch Aufreiben und Ätzen zu gewinnen; a – Darstellungsart für Ritztechnik, b – etwa dieses Bauelementesortiment wird benötigt, c – für das »Endziel« mini wichtig: Größenentwicklung bei Keramikkondensatoren (der kleinste ist der neue 100 nF!), d – 100 µF nach TGL 38928 ist kleiner als nach 35807!

Bild 6
Bestückungsplan zu Bild 5. Achtung! Bei dieser Montageart befindet sich das hinterlegte Leiterbild auf der gleichen Seite wie die Bauelemente, ist also nicht, wie sonst gewohnt, spiegelbildlich zum Leiterbild! (siehe dazu Bild 13)

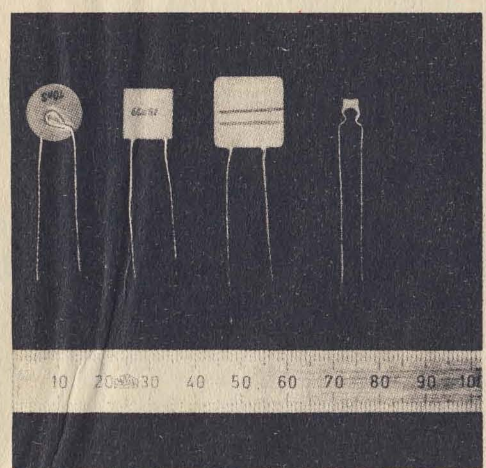


6

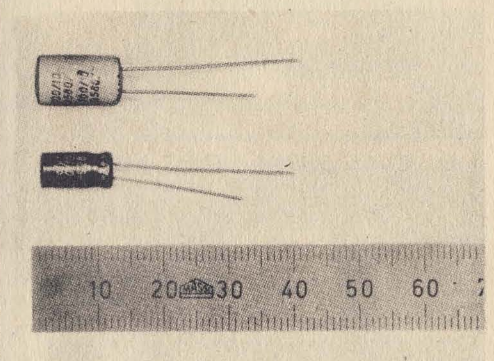
5b



5c



5d



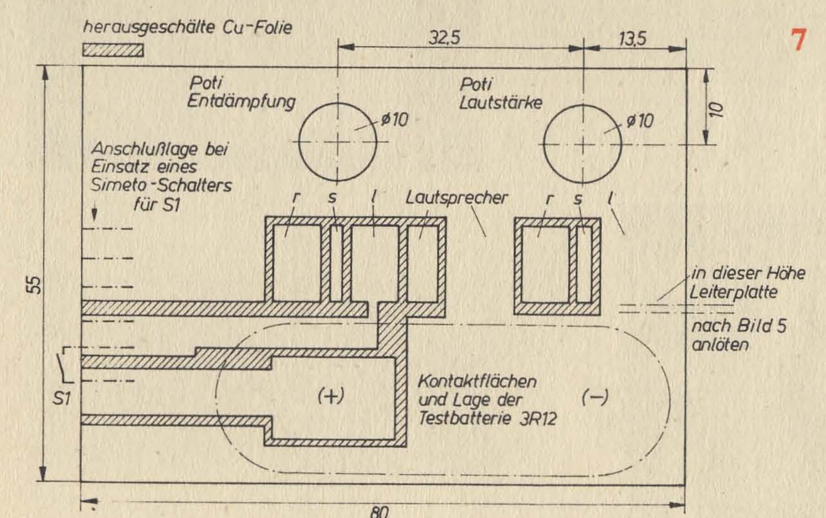
4. Stückliste und typofix

Die Stückliste zum mini zeigt den geringen Gesamtaufwand. Auf der typofix-Folie hätte sich die kleine Leiterplatte allein recht verloren ausgenommen. Das erlaubte es, auch ein Leiterbild des Experimentieraufbaus mit aufzunehmen.

5. Merksätze zu mini in SMT

- Lötkolben von 16 bis 20 W mit schmaler, kurzer Spitze (nur etwa 20 mm aus dem Heizelement ragend) verwenden.
- Vorsicht vor Zinnbrücken über den Trennlinien: saubere Spitze, wenig Zinn, säurefreies Flußmittel.
- Leiterflächen ganz dünn vorverzinnen.
- Bauelementeanschlüsse auf Länge schneiden, biegen, verzinnen.
- Potentiometergehäuse mit Masse verbinden.
- Unterseite der 2seitig kaschierten Platte an Schaltungsmasse!
- 220 µF für C 4 nicht unterschreiten; kleinste Bauform ist der 10-V-Typ nach TGL 38928.
- Beim Abstimmen Gerät nicht links oben anfassen (Handkapazität zur Wicklung); Gerät quer zur Senderrichtung legen.
- Bessere Klangqualität durch Auflegen auf leeren Pappkarton.
- Bei Batteriewechsel Scharniere der Hülle seitlich aushaken.
- Lautsprecher kann ohne Befestigung in Freiraum zwischen C 15 und Schaltkreis gelegt werden; Magnet mit Klebeband isolieren.

Schließlich noch eine Empfehlung für eine erweiterte Nutzung unseres »mini«: Eigentlich bietet er sich auch als in der Klangqualität allerdings sehr bescheidener »Rundfunk-Walkman« an. Warum also nicht z. B. oberhalb des linken Potentiometers (das man dafür etwas tiefer anordnen muß) eine Ohrhörerbuchse montieren?



7

Bild 7
Gestaltungsvorschlag für einen der beiden Trägerstreifen für die Bedienelemente (Potentiometerseite) und für die Kontaktflächen bei Verwendung einer Batterie 3 R 12 als Testhilfe

Stückliste zu Bild 3/6

1-Chip-AM-Einkreisempfänger (Minimalvariante und C-Abstimmung). Laufende Nummern an weitere Bilder angepaßt, daher nicht durchgängig!

Widerstände

R 01	(22 ...) 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand ab Größe 2
R 02	47 ... 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand ab Größe 2
R 1	(6,8 ...) 15 kΩ (siehe Text)
R 2	10 ... 47 kΩ (siehe Text)

Kondensatoren

C 01	AM-Drehkondensator für Kleingeräte (0 für Oszillator, A für Antennenkreis – je nach Kapazität A allein oder A + O parallel für L 1)
C 2	100-µF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert)
C 3	6,8-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C 4	220 ... 470-µF/16-V-Elektrolytkondensator, liegend
C 5	33-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C 6	0 ... 220-pF-Keramik-Scheibenkondensator (siehe Text)
C 7	(100 ...) 220-µF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert)
C 8	100-µF/16-V-Elektrolytkondensator, liegend
C 9	33-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C 10	3,3-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C 11	22 ... 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C 13	1-nF-Keramik-Scheibenkondensator

Induktivitäten

L 1	Maniferstab Mf 143 o. ä., z. B. Ø 8×100, w1 90 Windungen etwa 0,3 CuL. je nach C01/»A«, oder HF-Litze w2 Koppelwicklung auf Masseseite von w1, 1. .. 4 Windungen 0,3 CuL. (siehe Text)

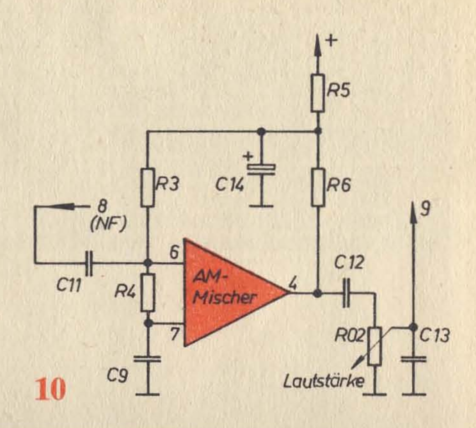
Halbleiterbauelemente

N 1	Empfängerschaltkreis *A 283 D (R 283 D)*

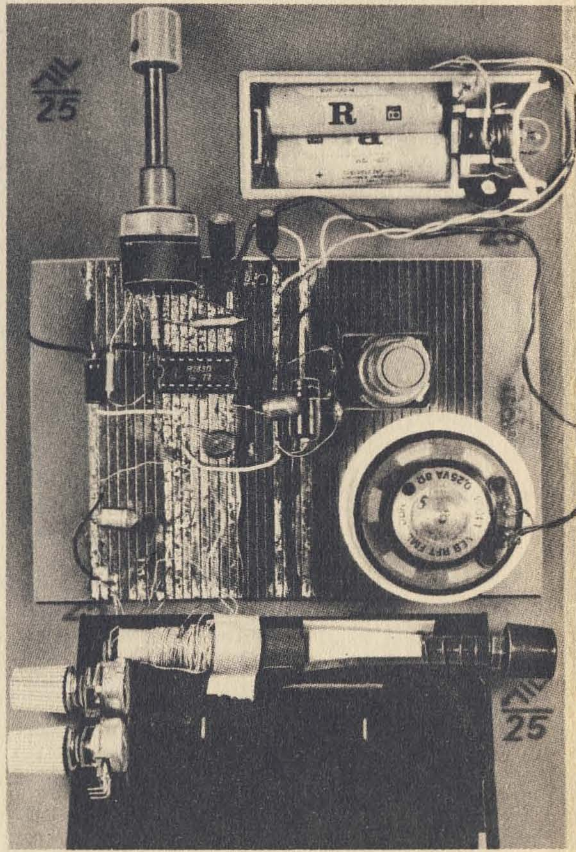
Sonstiges

B 1	Lautsprecher 8 ... 15 Ω (außerhalb Leiterplatte)
S 1	Einschalter, 1polig, oder Steckkontakt für Batterie

Leiterplatte nach Bild 5 (Vorschlag), bestückt nach Bild 6
Montageplatten für R 01, R 02 und C 01 nach Bild 7
Testbatterie z. B. 3 R 12 (4,5 V)



10



11

einen
für die
ometer-
flächen
Batterie

Stückliste zu Bild 3/6

1-Chip-AM-Einkreisempfänger (Minimalvariante und C-Abstimmung). Laufende Nummern an weitere Bilder angepaßt, daher nicht durchgängig!

Widerstände

R01	(22 ...) 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand ab Größe 2
R02	47 ... 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand ab Größe 2
R1	(6,8 ...) 15 kΩ (siehe Text)
R2	10 ... 47 kΩ (siehe Text)

Kondensatoren

C01	AM-Drehkondensator für Kleingeräte (0 für Oszillator, A für Antennenkreis – je nach Kapazität A allein oder A + O parallel für L1)
C2	100-µF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert)
C3	6,8-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C4	220 ... 470-µF/16-V-Elektrolytkondensator, liegend
C5	33-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C6	0 ... 220-pF-Keramik-Scheibenkondensator (siehe Text)
C7	(100 ...) 220-µF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert)
C8	100-µF/16-V-Elektrolytkondensator, liegend
C9	33-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C10	3,3-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C11	22 ... 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C13	1-nF-Keramik-Scheibenkondensator

Induktivitäten

L1	Maniferstab Mf 143 o. ä., z. B. Ø 8×100, w1 90 Windungen etwa 0,3 CuL. je nach C01/»A«, oder HF-Litze w2 Koppelwicklung auf Masseseite von w1, 1. . . 4 Windungen 0,3 CuL. (siehe Text)

Halbleiterbauelemente

N1	Empfängerschaltkreis *A 283 D (R 283 D)*

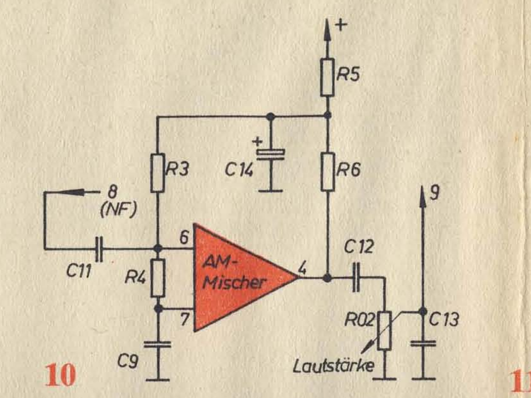
Sonstiges

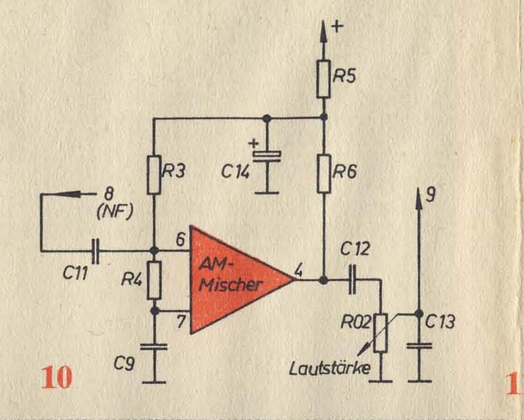
B1	Lautsprecher 8 ... 15 Ω (außerhalb Leiterplatte)
S1	Einschalter, 1polig, oder Steckkontakt für Batterie

Leiterplatte nach Bild 5 (Vorschlag), bestückt nach Bild 6

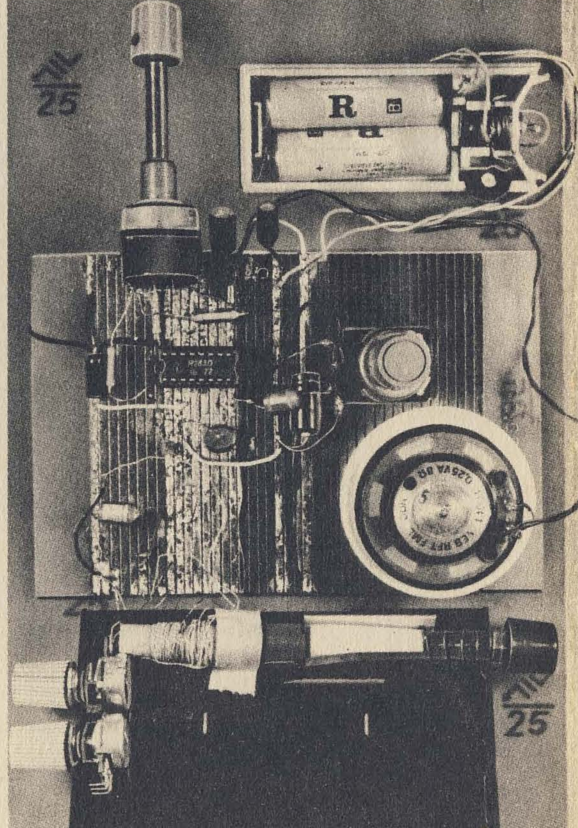
Montageplatten für R01, R02 und C01 nach Bild 7

Testbatterie z. B. 3 R 12 (4,5 V)





10



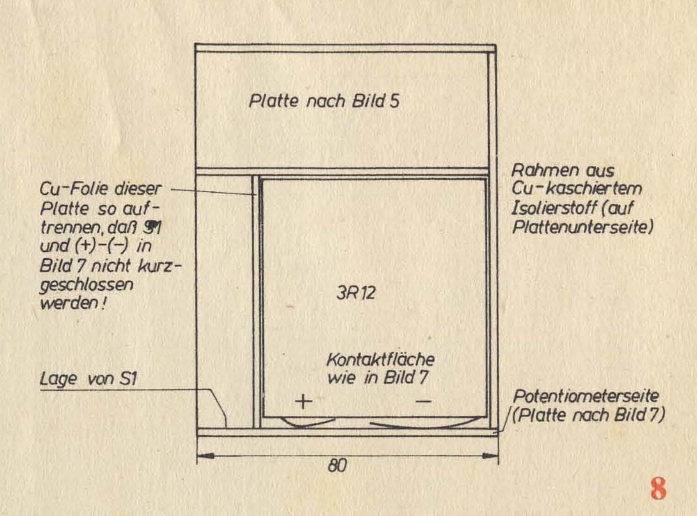
11

Bild 8
Unterbringung der Testbatterie unter dem Versuchsaufbau

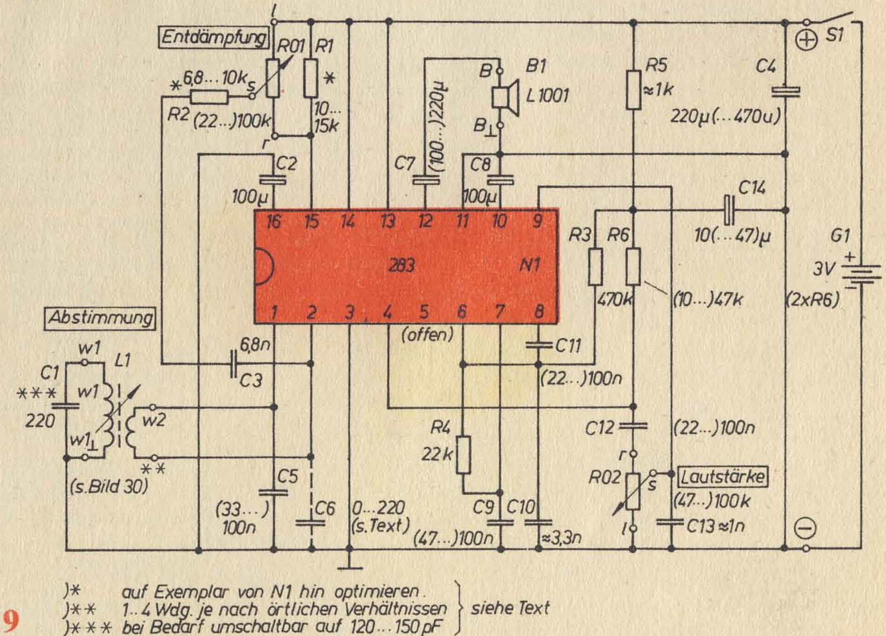
Bild 9
Erweiterte, für den Empfang weiter entfernter Stationen geeignete Nutzung des Schaltkreises, allerdings mit erhöhtem Rauschanteil. Diese Schaltung wurde bereits in der Erprobungsphase mit nur 2 × R6 betrieben

Bild 10
Prinzip für den Einsatz des AM-Mischers als zusätzlicher NF-Verstärker

Bild 11
»Schnappschuß« während des Tests mit 3-V-Betrieb und Induktivitätsabstimmung, jedoch noch ohne Nutzung des AM-Mischers



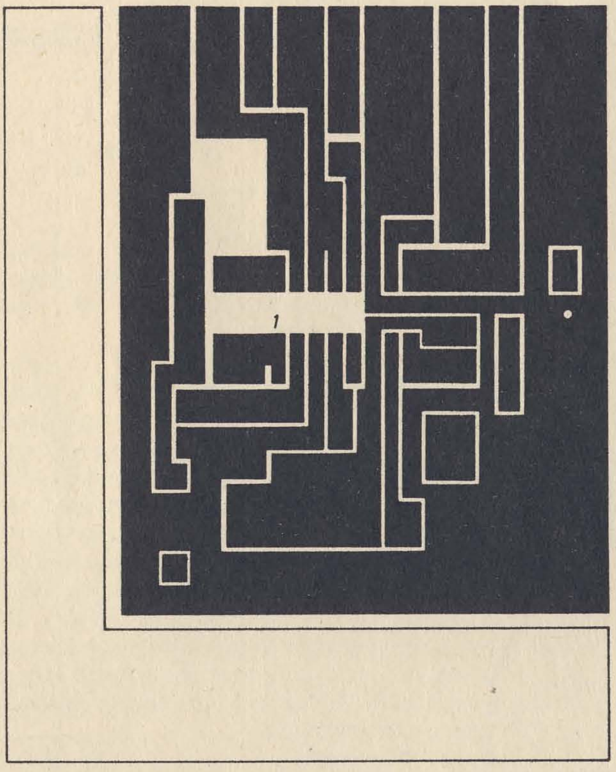
8



9

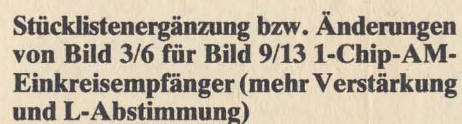
Schlenzig, Klaus:
Einchip-Kleinempfänger mini '88. – Berlin: Militärverlag der DDR, 1988. – 32 Seiten: 39 Bilder- (Bauplan 68)

ISBN 3-327-00564-8



freie Flächen links und unten (und Rückseite) mit ätzfestem Lack füllen (2-seitig Cu-kaschiertes Material)

12



Stücklistenergänzung bzw. Änderungen von Bild 3/6 für Bild 9/13 1-Chip-AM-Einkreisempfänger (mehr Verstärkung und L-Abstimmung)

Widerstände

R1	10 ... 15 kΩ (siehe Text)
R2	6,8 ... 10 kΩ (siehe Text)
R3	470 kΩ
R4	22 kΩ
R5	1 kΩ
R6	(10 ...) 47 kΩ (siehe Text)

Kondensatoren

C01	entfällt!
C1	220-pF-Kunstfoliekondensator
C5	(33 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C9	(47 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C12	(22 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C14	10 (... 47) μF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert)

Induktivitäten

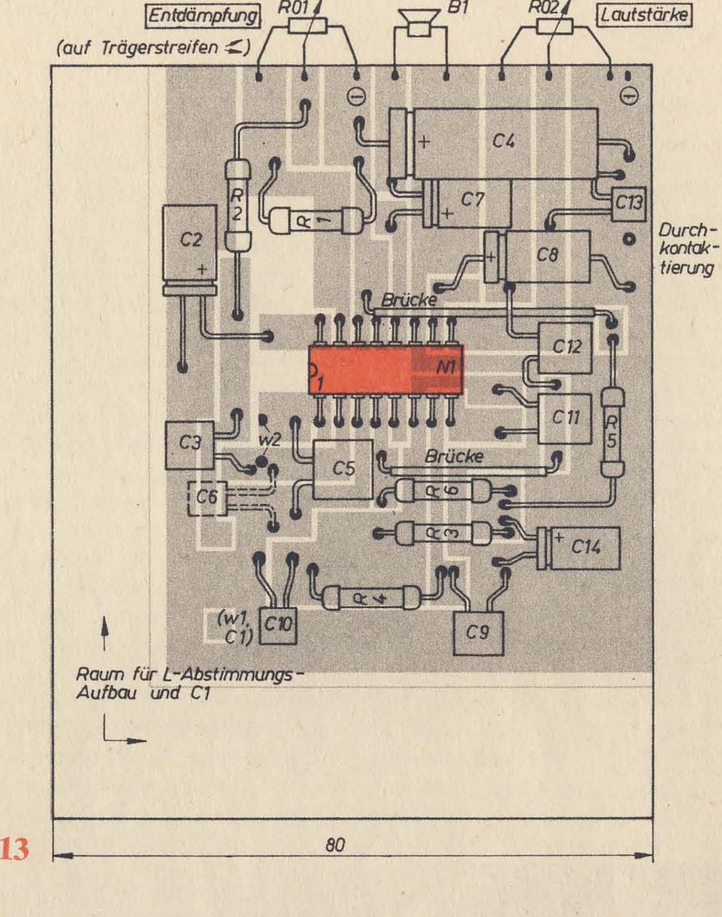
L1	Maniferstab Mf 143 o. ä., 8×100, Wicklungsgestaltung und Einsatz als Abstimmeinheit siehe ab Bild 20!

Sonstiges

G1	Testbatterie 3 V, z. B. 2 × R6 in Taschenlampengehäuse

Leiterplatte nach Bild 12, bestückt nach Bild 13

Bild 12
Leiterbild für den erweiterten Empfänger nach Bild 9, Versuchsaufbau, in dieser Form auf dem typofix-Blatt



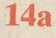
13

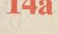
Bild 13
Bestückungsplan in Obe...
Montagetechnik für Bild ...

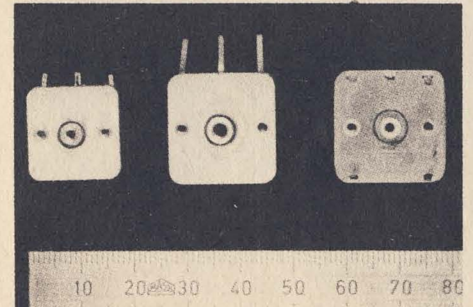
14a

14b

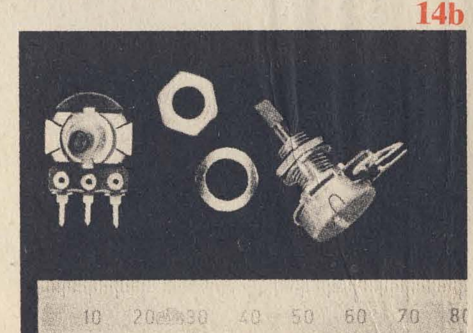
Bild 14
Voraussetzung für flache Bauweise: Lautsprecher *L 1001*; a – der neue Typ mit 45 mm Durchmesser, b – Seitenansicht als Bauhöhenvergleich mit dem im übrigen auch weiterhin recht brauchbaren *112 M* (65 mm Durchmesser)







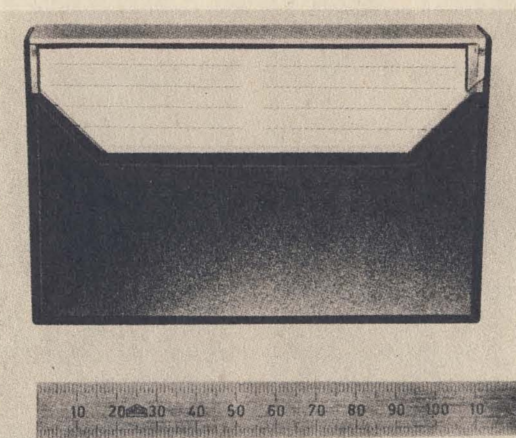
15



16

Bild 15
Für AM-Abstimmzwecke geeignete Foliedrehkondensatoren aus dem Handelsangebot der letzten Jahre

Bild 16
Kleinpotentiometer, Handelsangebot 1987



17a



Stückliste zu Bild 9/35/36/37

1-Chip-AM-Einkreisempfänger mini mit L-Abstimmung. Für alle Bauelemente kleinste erhältliche Bauformen (siehe Fotos und Bild 35) wählen

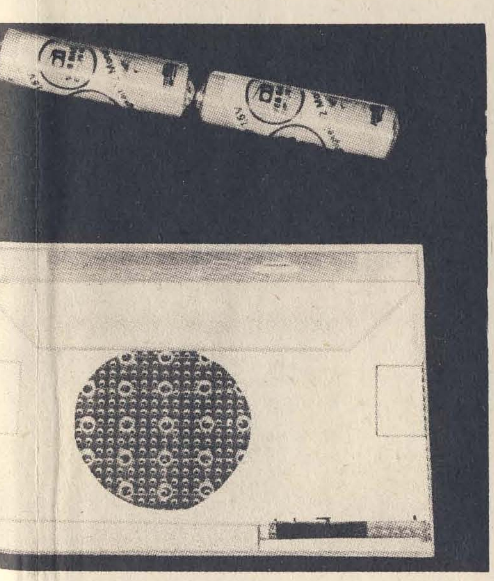
n Oberflächen-
ir Bild 12

Bild 17
Kassetten-Container – mit nur 17 mm Außendicke und 108 mm × 70 mm Frontfläche ein für Kleingeräte zunehmend interessant werdendes Gehäuse. Wurde 1987 im Handel zwischen 0,35 und 0,25 M angeboten, je nach Güte; a – Muster, b – Klappdeckel (schon für mini vorbereitet) und die passenden R6-Elemente

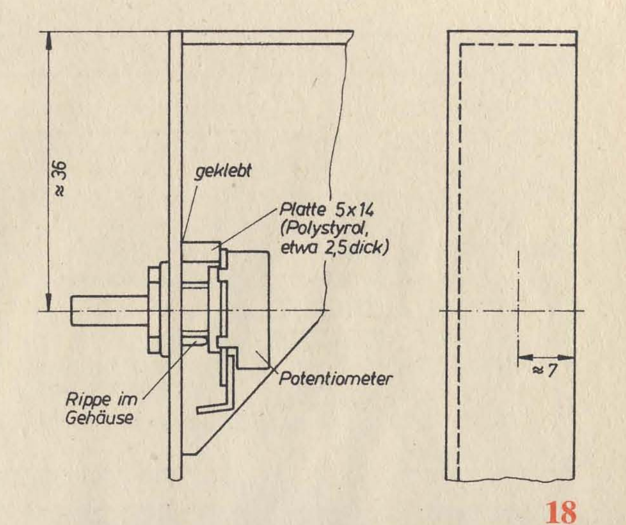
Bild 18
Potentiometereinbau mit Abstands-Hilfsteilen aus einer Plastwandfliese

Bild 19
Gehäusebeispiel für größeren Lautsprecher und Batterie bis zu R20, aus Plastwandfliesen geklebt

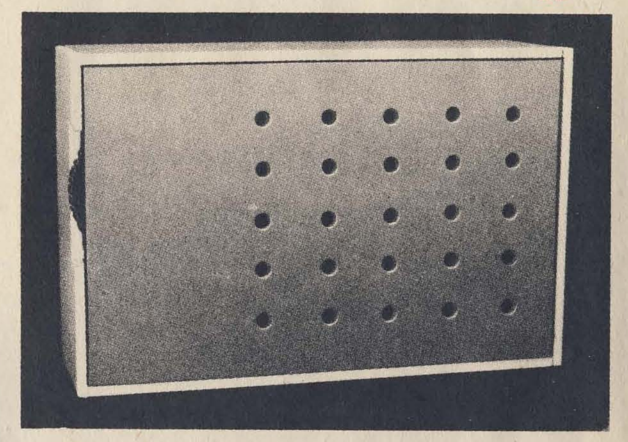
Bild 20
Einsparen des Drehkondensators: Prinzip der Abstimmung eines Einkreisempfängers durch verschiebbaren Antennenstab



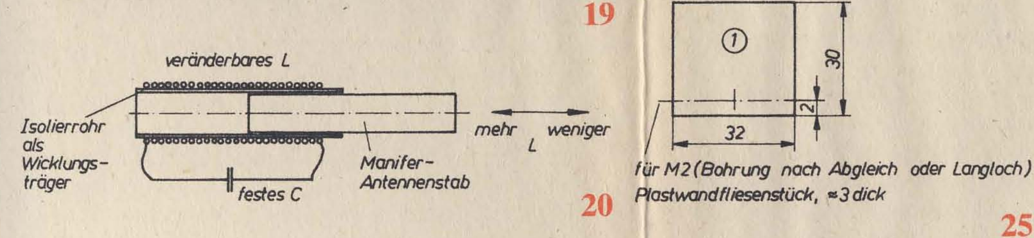
17b



18

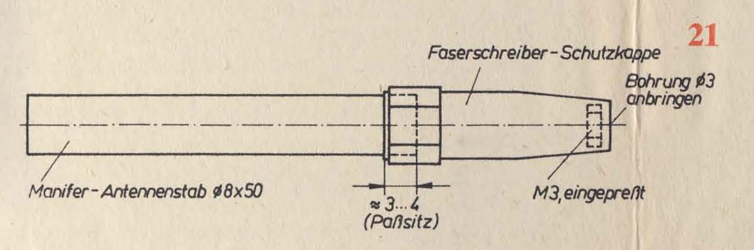


19



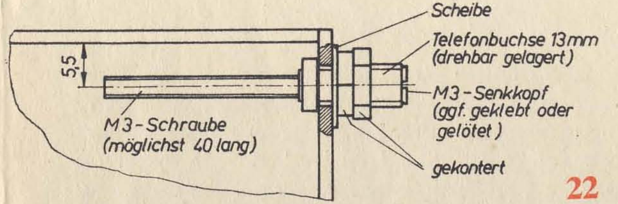
20

25

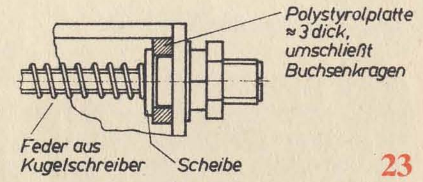


21

Bild 21
Für Manifer-Antennenstäbe von 8 mm Durchmesser geeigneter Halter: Kappe eines Faserschreibers



22

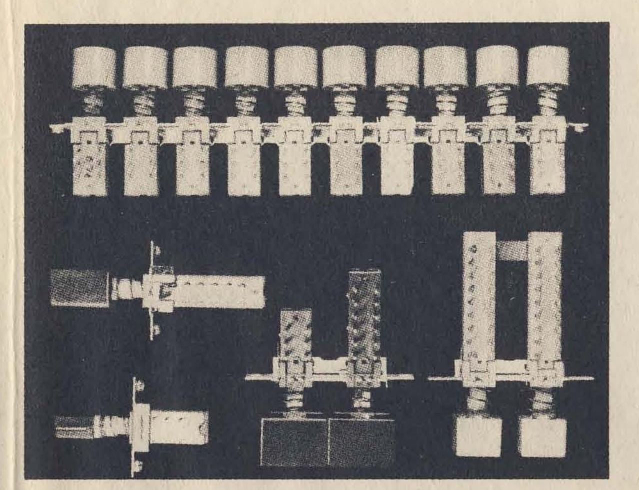


23

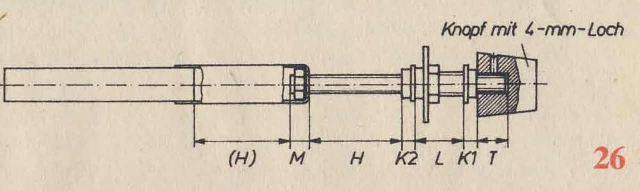
Bild 22
Die bei Verwendung einer M3-Senkschraube von möglichst 40 mm Länge etwas kritische Lagerung in der dünnen Gehäusewand (bei Bedarf mit Plastfliesenmaterial verstärken, siehe z. B. Bild 23!)

Bild 23
Einsatz einer Kugelschreiberfeder (nur für M3) zwingt zum Modifizieren der Lagerstelle

Bild 24
Alle diese Miniaturtastenschalter enthalten die in der Abstimmeinheit benutzte Feder, sie ist für die M3- ebenso wie für die M4-Variante geeignet



24

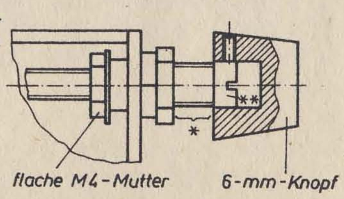


26

Bild 25
Vorschlag für einen leicht demontierbaren Wicklungsträger mit nachträglich veränderbarer Windungszahl (vergleiche Bild 30)

Bild 26
M4-Spindel erleichtert stabile Lagerung in feststehender Telefonbuchse. H ist der Hub (Abstimmweg) von wenigstens 20 mm

Bild 27
So könnte der Bereich Lagerung + Knopfbefestigung für eine genügend lange M4-Zylinderkopfschraube mit durchgehendem Gewinde aussehen, wenn ihr Kopf auf 6 mm Durchmesser abgefeilt oder die Knopföffnung auf etwa 7 mm aufgebohrt wird

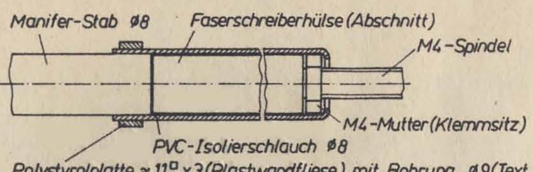


)* evtl. vorher kürzen
)** M4 - Kopf auf ø6 abgefeilt oder Knopf auf ≈ ø7 aufgebohrt

27

15

16



28

schräggefeilte Kante von ③ für Lautsprecherlage

≈5,5

50

60

geklebt (Plastikfix o.ä.)

① ② ③

hier z.B. Papierrolle mit aufgeklebtem Skalenblatt (s. Foto)

5,5

M2**

variable Teilwicklung

obere Lage 45 Wdg. (18 mm)

untere Lage 55 Wdg. (23 mm)

5*

Wicklungsträger (Papprolle) 25 mm

Draht, ø0,8, thermisch in Platte gedrückt

Scheibe

Feder aus Tastenschalter

für Drehknopf

① Wicklungsträgerplatte (s. Bild 25)
② Führungsplatte unten
③ Führungsplatte seitlich

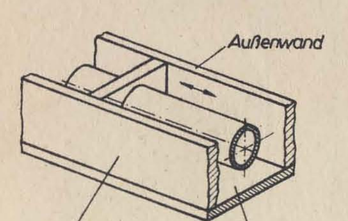
)** in Langloch oder nach Endabgleich angebracht
)* Richtwert je nach nötiger Relativlage (Abgleich)

30

Bild 28
Halter und Kraftübertragung bei M4-Lösung und 8-mm-Antennenstab; Vorschlag mit 8-mm-PVC-Isolierschlauch und Versteifungselement aus Faserschreibergehäuse. Führungsplatte aus Plastwandfliese (preßt gleichzeitig Schlauch auf Stab)

Bild 29
Stabführung durch Plastwandfliese nach Bild 28

Bild 30
Lageplan für die gesamte Abstimmeinheit (M3-Variante)

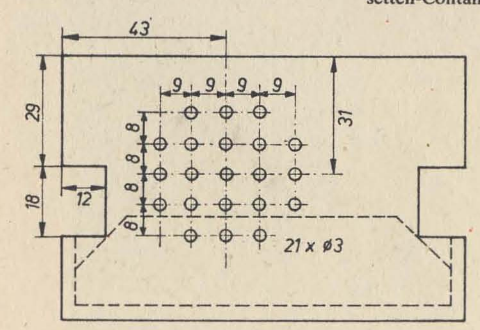


29

Bild 31
Kontakt- und Schalterträgerplatte für den Batterieteil des Empfängers mit 2 × R6

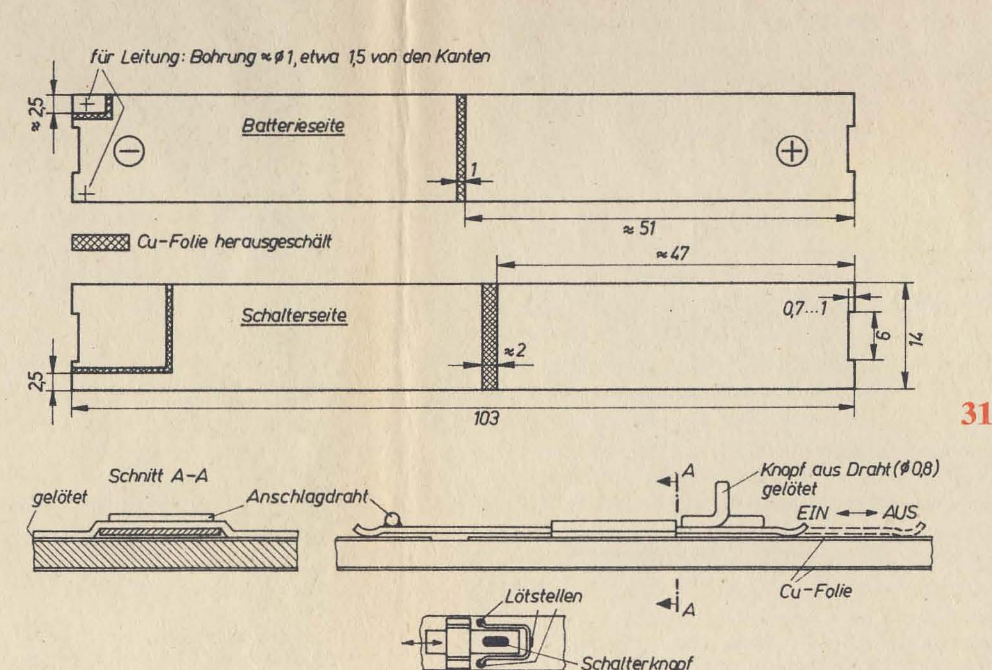
Bild 32
Einzelheiten der Schaltergestaltung

Bild 33
Bearbeitungsskizze für den ausknöpfbaren Klappdeckel des Kassetten-Containers



Frontplattengestaltung:
Zeichenkarton 70 mm x 106 mm mit Aussparungen für Lautsprecher und Skalenschlitz (s. Foto) auflegen, darüber Lötpunkt-Lochrasterplatte 70 mm x 109 mm mit Ausparung für Skale (s. Foto) befestigen (Klebestreifen)

33



31

32

Stückliste zu Bild 9/35/36/37

1-Chip-AM-Einkreisempfänger mini mit L-Abstimmung. Für alle Bauelemente kleinste erhältliche Bauformen (siehe Fotos und Bild 35) wählen.

Widerstände

R01	(22 ...) 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand nach Bild 16, möglichst logarithmische Kennlinie
R02	(47 ...) 100-kΩ-Schichtdrehwiderstand wie R01
R1	10 ... 15 kΩ (siehe Text); etwa 3,3 kΩ für Bild 36
R2	6,8 ... 10 kΩ (siehe Text)
R3	470 kΩ (entfällt bei Bild 36/37)
R4	22 kΩ (entfällt bei Bild 36/37)
R5	1 kΩ (entfällt bei Bild 36/37)
R6	10 ... 47 kΩ (Bild 9/35), 10 ... 15 kΩ (Bild 36/37)
R 7	(6,8 ...) 15 (... 22) kΩ (nur bei Bild 36, siehe Text)

Kondensatoren

C1	220-pF-Kunstfoliekondensator
C2	100-µF/10-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert), TGL 38928
C3	6,8-nF-Keramik-Scheibenkondensator (bei Bild 36/37 auch kleiner bis 220 pF!)
C4	220-µF/10-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert), TGL 38928
C5	(33 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator, neue Bauform (siehe Bild 5c!)
C6	0 ... 220-pF-Keramik-Scheibenkondensator (siehe Text)
C7	220-µF/10-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert), TGL 38928
C8	100-µF/10-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert), TGL 38928
C9	(47 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator, neue Bauform (siehe Bild 5c!)
C10	3,3-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C11	22 ... 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator (wie C9) (entfällt bei Bild 36/37)
C12	(22 ...) 100-nF-Keramik-Scheibenkondensator (wie C9)
C13	1 ... 3,3-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C14	10 ... 47-µF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend (liegend montiert) (entfällt bei Bild 36/37)

Induktivitäten

L1	Maniferstab Mf 143 o. ä., 8 × 50; Wicklung, Varianten und Material der Abstimmeinheit siehe ab Bild 20!

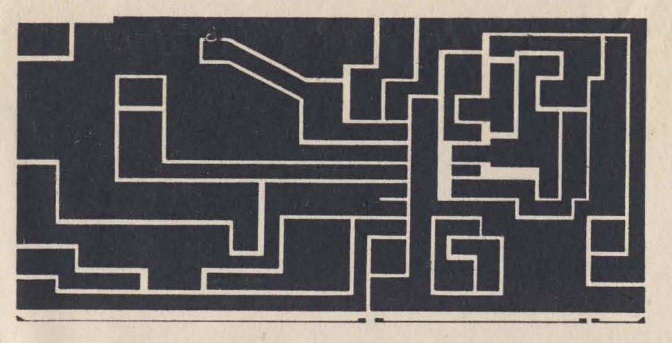
Halbleiterbauelemente

N1	Empfängerschaltkreis *A 283 D (R 283 D)*

Sonstiges

B1	Lautsprecher *L 1001*, 8 Ω, 45 mm Durchmesser
S1	Einschalter, 1polig, Eigenbau nach Bild 32
G1	2 Zellen R6 zu je 1,5 V Nennspannung

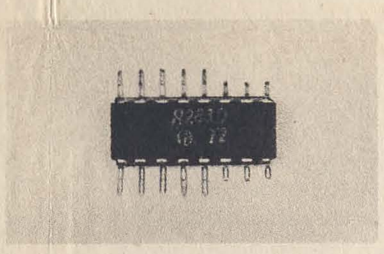
Leiterplatte nach Bild 34, bestückt nach Bild 35 oder Bild 37
Kassetten-Container, bearbeitet nach Bauplanangaben
Lötpunkt-Lochrasterplattenstück in Gehäusegröße
3 Tubenverschlüsse aus elastischem Kunststoff
1 Plastwandfliese, etwa 3 mm dick, 120 mm × 120 mm, als »Halbzeug«



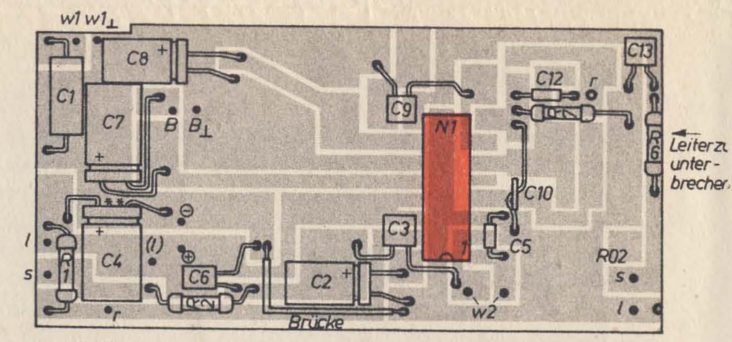
34

Bild 34
Leiterbild für das vollständige Gerät nach dem Stromlaufplan Bild 9

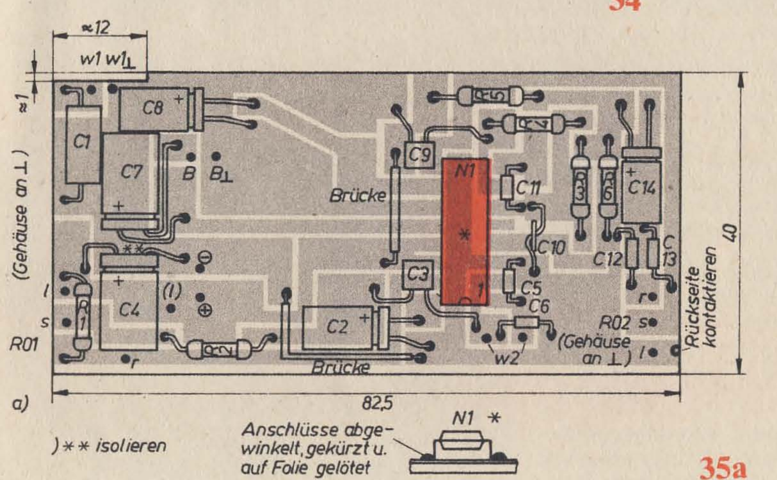
Bild 35
Bestückungsplan in Oberflächen-Montagetechnik zu Bild 34 (man vergleiche die Bemerkungen zu Bild 6!); a – Gesamtbild, b – Schaltkreisvorbereitung: Anschlüsse abwinkeln, kürzen (wie teilweise schon zu erkennen)



35b



37



35a

L1
w1
w2
(B1)
R01
s
r
R02
G1
S1
)* Durchkontaktierung zur Masseseite

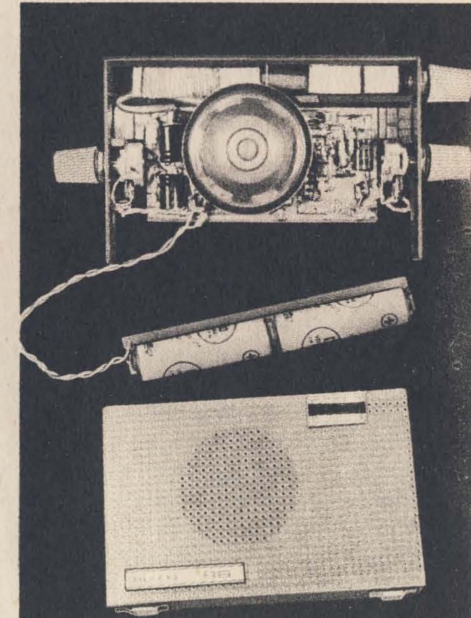
38

Bild 36
Stromlaufplan des Fertiggeräts nach Optimierung (C3 bis 6,8 n)

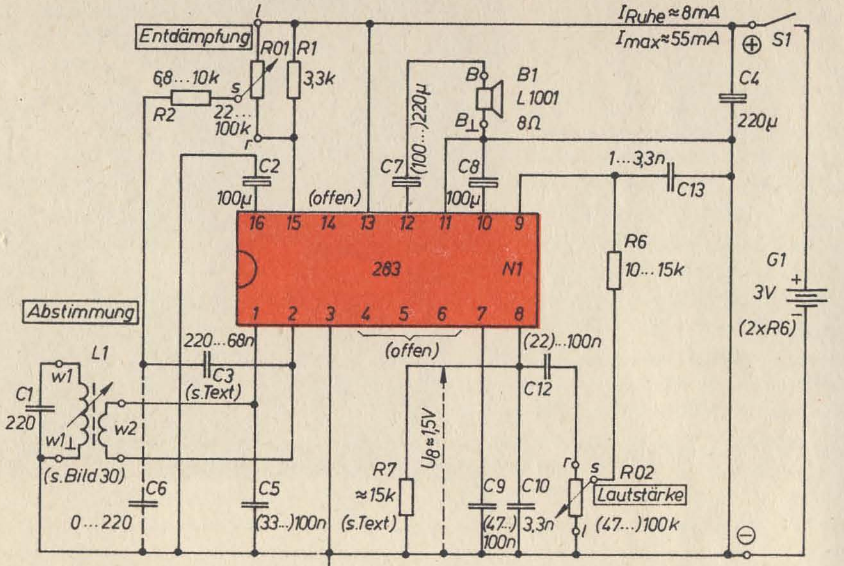
Bild 37
Bestückungsplan zu Bild 36, 1 Leiter in Bild 34 öffnen

Bild 38
Gesamtverdrahtung zwischen Leiterplatte, Batterieteil, Potentiometern und Wicklung sowie Lautsprecher (dieser wird mit 3-mm-Abstandsplättchen auf die Leiterplatte geklebt!)

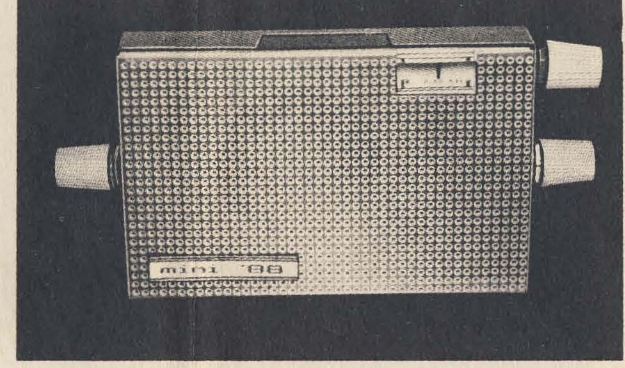
Bild 39
Ansichten des »Arbeitsexemplars« mit noch nicht optimal ausgelegter M3-Abstimmung und mit später entfallender NF-Zusatzstufe; a – Vorderansicht mit Frontplatte aus Lötpunkt-Lochrasterplatte und Knöpfen aus aufgebohrten Tubenverschlüssen (Klemmsitz), b – die wesentlichsten Baugruppen, c – Leiterplatte, Zwischenzustand (Drossel entfällt, seitliche Verlängerungen für Nachrüsten z. B. von Buchse u. ä. geeignet)



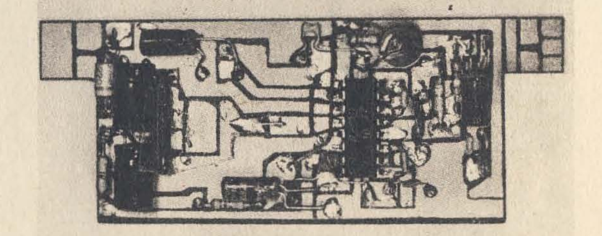
39b



36



39a



39c